



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 51 325 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**C 25 D 5/00**  
C 25 D 7/00  
C 25 D 17/10

②① Aktenzeichen: 199 51 325.2  
②② Anmeldetag: 20. 10. 1999  
④③ Offenlegungstag: 10. 5. 2001

DE 199 51 325 A 1

⑦① Anmelder:  
Atotech Deutschland GmbH, 10553 Berlin, DE

⑦④ Vertreter:  
Patentanwälte Effert, Bressel und Kollegen, 12489  
Berlin

⑦② Erfinder:  
Hübel, Egon, 90537 Feucht, DE

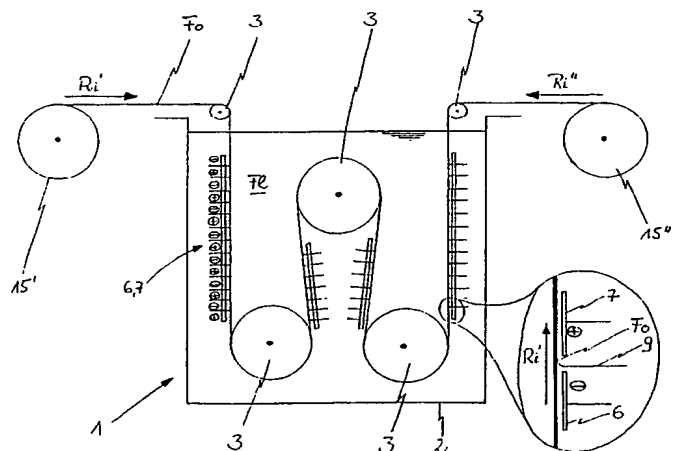
⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
US 37 79 877  
EP 00 93 681 B1  
EP 08 38 542 A1  
EP 05 18 850 A1  
EP 03 95 542 A1  
WO 97 37 062 A1  
JP 0 6-01 35 600 A

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum elektrolytischen Behandeln von elektrisch gegeneinander isolierten, elektrisch leitenden Strukturen auf Oberflächen von elektrisch isolierendem Folienmaterial sowie Anwendungen des Verfahrens

⑤⑦ Zur elektrolytischen Behandlung von elektrisch gegeneinander isolierten, elektrisch leitfähigen Strukturen 4 auf Oberflächen von elektrisch isolierendem Folienmaterial Fo wird ein Verfahren eingesetzt, bei dem das Material von einem Speicher 15', 15'' entladen wird, dann auf einer Transportbahn durch eine Behandlungsanlage 1 transportiert und dabei mit Behandlungsflüssigkeit Fl in Kontakt gebracht wird. Während des Transportes wird das Material Fo an mindestens einer Elektrodenanordnung, jeweils bestehend aus mindestens einer kathodisch gepolten Elektrode 6 und mindestens einer anodisch gepolten Elektrode 7, vorbeigeführt, wobei die mindestens eine kathodisch gepolte Elektrode 6 und die mindestens eine anodisch gepolte Elektrode 7 mit der Behandlungsflüssigkeit Fl in Kontakt gebracht und mit einer Strom/Spannungsquelle 8 verbunden werden. Dadurch fließt ein Strom durch die Elektroden 6, 7 und die elektrisch leitfähigen Strukturen 4. Die Elektroden 6, 7 werden derart gegeneinander abgeschirmt, daß im wesentlichen kein elektrischer Strom direkt zwischen gegensinnig gepolten Elektroden 6, 7 fließen kann. Schließlich wird das Material Fo wieder auf einen Speicher 15', 15'' geladen.



DE 199 51 325 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum elektrolytischen Behandeln von elektrisch gegeneinander isolierten, elektrisch leitfähigen Strukturen auf Oberflächen von elektrisch isolierendem Folienmaterial sowie Anwendungen des Verfahrens.

Zur Metallbeschichtung von Bändern werden u. a. galvanotechnische Prozesse eingesetzt. Seit etlichen Jahren werden zu diesem Zweck sogenannte Reel-to-reel-Behandlungsanlagen verwendet, durch die das Material hindurch transportiert und während des Transportes mit Behandlungsflüssigkeit in Kontakt gebracht wird.

Ein Verfahren zum elektrolytischen Ätzen von Aluminiumfolie ist in US-A-3.779.877 beschrieben, bei dem die Folie zuerst über anodisch gepolte Kontaktschuhe und danach in die galvanotechnischen Behandlungsbäder geführt wird. In den Behandlungsbädern wird die Folie in der Nähe von kathodisch gepolten Elektroden vorbeigeführt und danach wieder aus dem Bad heraus. Dabei wird die Folie wiederum über anodisch gepolte Kontaktschuhe geleitet.

Ein anderes Verfahren zur Behandlung von Metallbändern, -drähten oder -profilen ist in EP 0 518 850 A1 beschrieben, bei dem das elektrisch leitfähige Behandlungsgut zum elektrolytischen Beizen aufeinander folgend durch zwei mit wässrigen Elektrolyten gefüllte Behälter geführt wird, wobei einer kathodischen Behandlung in dem ersten Behälter eine anodische Behandlung in dem zweiten Behälter folgt. Dabei wird Strom von einer Elektrode im ersten Behälter über das Gut zu einer Elektrode im zweiten Behälter geleitet, so daß durch das Behandlungsgut ein Stromkreis zwischen den in den aufeinander folgenden Behältern befindlichen Elektroden unterschiedlicher Polarität geschlossen wird.

Ferner ist aus EP 0 093 681 B1 ein Verfahren zum kontinuierlichen Beschichten von Drähten, Rohren und anderem Halbzeug aus Aluminium mit Nickel bekannt. Bei diesem Verfahren wird das Halbzeug zuerst in einen ersten Badbehälter und danach in einen zweiten Badbehälter überführt. In dem ersten Badbehälter wird das Halbzeug an einer negativ gepolten Elektrode und im zweiten Badbehälter an einer positiv gepolten Elektrode vorbeigeführt. In den Badbehältern befindet sich ein Metallisierungsbad. Dadurch daß das Halbzeug elektrisch leitfähig ist und gleichzeitig mit beiden Metallisierungsbädern in Kontakt steht, ist der Stromkreis zwischen den Elektroden, die mit einer Stromquelle verbunden sind, geschlossen. Gegenüber der negativ gepolten Elektrode im ersten Badbehälter wird das Halbzeug anodisch gepolt. Gegenüber der positiv gepolten Elektrode im zweiten Badbehälter wird das Halbzeug dagegen kathodisch gepolt, so daß dort Metall abgeschieden werden kann.

Aus EP 0 395 542 A1 ist ein Verfahren zum kontinuierlichen Beschichten eines aus Graphit, Aluminium oder dessen Legierungen bestehenden Substrats mit einem Metall bekannt, indem das Substrat nacheinander durch zwei miteinander verbundene, ein Aktivierungsbad bzw. ein Metallisierungsbad enthaltende Behälter geführt wird, wobei im ersten Behälter eine Kathode und im zweiten Behälter eine Anode angeordnet ist. Als Substrate können mit diesem Verfahren Stangen, Rohre, Drähte, Bänder und andere Halbzeuge beschichtet werden.

Ein grundsätzlicher Nachteil der vorgenannten Verfahren besteht darin, daß lediglich ganzflächig leitfähige Oberflächen elektrolytisch behandelt werden können, jedoch nicht elektrisch gegeneinander isolierte Strukturen.

Als Lösung zu letzterem Problem ist in WO 97/37062 A1 ein Verfahren zum elektrochemischen Behandeln von elektrisch gegeneinander isolierten Bereichen auf Leiterplatten

vorgeschlagen worden. Danach werden die mit der Behandlungslösung in Kontakt gebrachten Leiterplatten mit stationären, von einer Stromquelle gespeisten Bürstenelektroden nacheinander in Kontakt gebracht, so daß ein elektrisches Potential an den einzelnen elektrisch leitfähigen Strukturen anliegen kann. Zwischen die vorzugsweise aus Metalldrähten gebildeten Bürsten und zwischen den Bürsten angeordnete Anoden wird ein elektrisches Potential angelegt.

Diese Vorrichtung weist den Nachteil auf, daß die Bürsten innerhalb sehr kurzer Zeit vollständig mit Metall überzogen werden, da etwa 90% des Metalls auf den Bürsten abgeschieden wird und nur 10% auf die zu metallisierenden Bereiche. Daher müssen die Bürsten bereits nach kurzer Betriebszeit wieder vom Metall befreit werden. Hierzu müssen die Bürsten wieder aus der Vorrichtung ausgebaut und vom Metall befreit werden, oder es sind aufwendig konstruierte Einrichtungen vorzusehen, mit deren Hilfe das Metall auf den Bürsten durch elektrochemische Umpolung der zu regenerierenden Bürsten wieder entfernt wird. Außerdem können die Bürstenspitzen feine Strukturen auf den Leiterplatten leicht beschädigen. Dabei verschleißt das Bürstenmaterial ebenfalls schnell, indem feinste Teilchen abgerieben werden, die in das Bad gelangen und dort zu Störungen bei der Metallisierung führen. Insbesondere zur Metallisierung von sehr kleinen Strukturen, beispielsweise solche mit einer Breite bzw. Länge von 0,1 mm, müssen Bürsten mit sehr dünnen Drähten eingesetzt werden. Diese verschleifen besonders schnell. Von den verschlissenen Bürsten stammende Partikel gelangen dann in das Bad und in die Löcher von Leiterfolien und verursachen erhebliche Störungen.

Bei anderen bekannten Verfahren zur Metallisierung von elektrisch isolierten Strukturen werden stromlose Metallisierungsprozesse genutzt. Allerdings sind diese Verfahren langsam, aufwendig in der Verfahrensführung und teuer, da größere Mengen an chemischen Stoffen verbraucht werden. Die verbrauchten Stoffe sind häufig umweltschädlich und verursachen bei der Beseitigung daher weitere erhebliche Kosten. Außerdem ist nicht gewährleistet, daß nur die elektrisch leitfähigen Strukturen metallisiert werden. Es wird oft beobachtet, daß sich in diesem Falle das Metall auch auf den dazwischen liegenden elektrisch isolierenden Oberflächenbereichen abscheidet und zu Ausschuß führt.

In EP 0 838 542 A1 ist ein Verfahren zum elektrolytischen Beizen von metallischen Bändern, insbesondere Edelstahlbändern, Bändern aus Titan, Aluminium oder Nickel beschrieben, wobei der elektrische Strom ohne elektrisch leitende Berührung zwischen Band und Elektroden durch das Bad geleitet wird. Die Elektroden sind dem Band gegenüber angeordnet und kathodisch bzw. anodisch gepolt. Bei Durchführung dieses Verfahrens hat sich allerdings herausgestellt, daß die Stromausbeute bei einer elektrolytischen Behandlung sehr gering ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt von daher das Problem zugrunde, die Nachteile der bekannten elektrolytischen Behandlungsverfahren zu vermeiden und insbesondere eine Vorrichtung und ein Verfahren zu finden, mit denen mit geringem Aufwand eine kontinuierliche elektrolytische Behandlung von kleinen elektrisch gegeneinander isolierten, elektrisch leitfähigen Strukturen auf Oberflächen von elektrisch isolierendem Folienmaterial möglich ist, wobei auch gewährleistet sein soll, daß der apparative Aufwand gering und das Verfahren mit ausreichender Effizienz durchführbar ist. Insbesondere sollen das Verfahren und die Vorrichtung für die Herstellung von Leiterfolien in der Leiterplattentechnik einsetzbar sein.

Gelöst wird dieses Problem durch das Verfahren nach Anspruch 1, die Anwendungen des Verfahrens nach den Ansprüchen 16 und 18 und die Vorrichtung nach Anspruch 19.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die Vorrichtung dienen zum elektrolytischen Behandeln von elektrisch gegeneinander isolierten, elektrisch leitfähigen Strukturen auf Oberflächen von elektrisch isolierendem Folienmaterial, wobei die elektrisch leitenden Strukturen nicht direkt elektrisch kontaktiert werden. Dadurch ist es möglich, strukturierte Bereiche, die elektrisch gegeneinander isoliert sind, elektrolytisch zu behandeln. Es können sowohl außenliegende Bereiche auf dem Folienmaterial behandelt werden als auch Lochwandungen in dem Material.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Folienmaterial von einem Speicher, beispielsweise einer Rolle, entladen (beispielsweise abgewickelt), dann auf einer Transportbahn durch eine Behandlungsanlage transportiert und dabei mit Behandlungsflüssigkeit in Kontakt gebracht. Nach dem Durchlauf durch die Anlage wird das Folienmaterial schließlich wieder auf einen Speicher, beispielsweise eine Rolle, geladen (beispielsweise aufgewickelt). Eine Möglichkeit besteht darin, das Material in horizontaler Transportrichtung zu transportieren. Die in diesem Fall als Ebene ausgebildete Transportbahn kann dann sowohl senkrecht stehen als auch horizontal ausgerichtet sein. Eine derartige Anordnung wird in sogenannten Reel-to-reel-Anlagen verwirklicht. Hierzu wird das Material mit bekannten Mitteln transportiert, beispielsweise mit Rollen oder Walzen. Alternativ kann das Folienmaterial in der Anlage auch über Umlenkrollen geführt werden und dadurch ein- oder mehrfach die Richtung in der Anlage ändern. Dadurch wird ein möglichst langer Weg in der Anlage erreicht, so daß die Behandlungszeit bei vorgegebener Vorschubgeschwindigkeit des Materials verlängert wird.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist folgende Merkmale auf:

- a. je mindestens eine erste und zweite Einrichtung zum Speichern des Folienmaterials, beispielsweise eine Rolle, auf der das Material gespeichert ist und für die Behandlung abgewickelt wird, und eine Rolle, auf die das Material nach der Behandlung wieder aufgewickelt wird;
- b. geeignete Transportorgane, beispielsweise Rollen, Walzen oder andere Halteelemente, wie Klammern für den Transport des Folienmaterials auf einer Transportbahn durch eine Behandlungsanlage von der mindestens einen ersten Speichereinrichtung zu der mindestens einen zweiten Speichereinrichtung;
- c. mindestens eine Einrichtung zum In-Kontakt-Bringen des Folienmaterials mit einer Behandlungsflüssigkeit, beispielsweise einen Behandlungsbehälter, in den das Material eingefahren werden kann, oder geeignete Düsen, mit denen die Flüssigkeit an die Materialoberflächen gefördert wird;
- d. mindestens eine Elektrodenanordnung, jeweils bestehend aus mindestens einer kathodisch gepolten Elektrode und mindestens einer anodisch gepolten Elektrode, wobei die mindestens eine kathodisch gepolte Elektrode und die mindestens eine anodisch gepolte Elektrode mit der Behandlungsflüssigkeit in Kontakt bringbar sind; die Elektrodenanordnungen können zur einseitigen Behandlung des Materials entweder nur an einer Seite der Transportbahn oder zur beidseitigen Behandlung auch an beiden Seiten angeordnet sein;
- e. mindestens eine Strom-/Spannungsquelle, die mit den Elektrodenanordnungen verbunden ist, zur Erzeugung eines Stromflusses durch die Elektroden der Elektrodenanordnungen, wobei als Strom-/Spannungs-

quelle ein Galvanogleichrichter oder eine vergleichbare Strom-/Spannungsquelle oder eine Strom-/Spannungsquelle zur Erzeugung von uni- oder bipolaren Strompulsen verwendet werden kann;

f. wobei die mindestens eine kathodisch gepolte Elektrode und die mindestens eine anodisch gepolte Elektrode derart gegeneinander abgeschirmt sind, daß im wesentlichen kein elektrischer Strom direkt zwischen den gegensinnig gepolten Elektroden fließen kann.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Folienmaterial während des Transportes durch die Behandlungsanlage mit der Behandlungsflüssigkeit in Kontakt gebracht und an mindestens einer Elektrodenanordnung, jeweils bestehend aus mindestens einer kathodisch gepolten Elektrode und mindestens einer anodisch gepolten Elektrode, vorbeigeführt. Die kathodisch und anodisch gepolten Elektroden werden ebenfalls mit der Behandlungsflüssigkeit in Kontakt gebracht und mit einer Strom-/Spannungsquelle verbunden, so daß zum einen ein Strom zwischen der kathodisch gepolten Elektrode und einer elektrisch leitfähigen Struktur auf dem Material und zum anderen ein Strom zwischen der anodisch gepolten Elektrode und derselben elektrisch leitfähigen Struktur auf dem Material fließt, wenn diese Struktur beiden Elektroden gleichzeitig gegenüberliegt.

Wird eine zweiseitige Behandlung des Materials gewünscht, müssen Elektrodenanordnungen an beiden Seiten des Materials angeordnet sein. Es kann auch eine elektrolytische Behandlung vorgesehen sein, bei der die eine Seite des Materials kathodisch und die andere anodisch behandelt wird. In diesem Falle sind die Elektroden einer Elektrodenanordnung auf verschiedene Seiten des Materials ausgerichtet. Hierzu müssen sich die elektrisch leitfähigen Strukturen jeweils zumindest über Teile beider Oberflächen des Materials erstrecken. Die Teilbereiche der elektrisch leitfähigen Strukturen auf den beiden Oberflächen sind in diesem Falle über eine Durchkontaktierung elektrisch miteinander verbunden. Bei einseitiger Behandlung reichen Elektrodenanordnungen an einer Seite des Materials aus.

Die Elektroden werden beispielsweise mit einem Galvanogleichrichter elektrisch verbunden. Werden mehrere Elektrodenanordnungen eingesetzt, so können alle Elektrodenanordnungen mit demselben Galvanogleichrichter verbunden werden. Unter bestimmten Bedingungen kann es aber auch vorteilhaft sein, die einzelnen Elektrodenanordnungen mit jeweils einem Galvanogleichrichter zu verbinden. Die Galvanogleichrichter können als Strom- oder als Spannungsquelle betrieben werden.

Dadurch, daß eine elektrisch leitfähige Verbindung durch eine zu behandelnde Leitschicht auf den Strukturen des Materials besteht, die der kathodisch gepolten Elektrode bzw. der anodisch gepolten Elektrode gleichzeitig gegenüberliegen, werden diese Strukturen gegenüber den Elektroden jeweils anodisch bzw. kathodisch gepolt. Dadurch werden an diesen Stellen elektrochemische Prozesse in Gang gesetzt. Zur Erzeugung eines Stromflusses in dem Material ist eine elektrische Kontaktierung des Materials nicht erforderlich. Das Material wirkt als Zwischenleiter. Eine Elektrode und die dieser Elektrode gegenüberliegende Struktur auf dem Material kann als elektrolytische Teilzelle betrachtet werden. Eine der beiden Elektroden dieser Teilzelle wird durch das Material selbst gebildet und die andere durch die Elektrode der Elektrodenanordnung. Dadurch daß das Material einer kathodisch und einer anodisch gepolten Elektrode gegenüber angeordnet wird, ergibt sich eine Serienschaltung von zwei derartigen elektrolytischen Teilzellen, die von einer Strom-/Spannungsquelle, beispielsweise einem Galva-

nogleichrichter, gespeist werden.

Der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens und der Vorrichtung gegenüber bekannten Verfahren und Vorrichtungen besteht darin, daß der apparative Aufwand zur Erzeugung eines Stromflusses in dem zu behandelnden Material sehr viel geringer ist als bei vielen bekannten Verfahren und Vorrichtungen. Im vorliegenden Fall brauchen keine Kontaktierelemente vorgesehen zu werden. Das Material wird berührungslos gepolt. Dadurch ist die Abscheidung von Metall insbesondere mit einer geringen Schichtdicke sehr kostengünstig durchführbar. Ferner kann die Anordnung sehr einfach ausgeführt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die Vorrichtung ermöglichen daher die elektrolytische Behandlung von elektrisch gegeneinander isolierten, elektrisch leitfähigen Metallinseln (Strukturen) mit geringem Aufwand.

Gegenüber dem für die Leiterplattentechnik vorgeschlagenen Verfahren zur Metallisierung von gegeneinander isolierten Metallinseln mit Bürstenanordnungen weisen das erfindungsgemäße Verfahren und die Vorrichtung den Vorteil auf, daß nur geringe Mengen an Metall auf der kathodisch gepolten Elektrode nutzlos abgeschieden werden. Der Rhythmus, mit dem das Metall von den kathodisch gepolten Elektroden wieder entfernt werden muß, liegt im Bereich von einigen Tagen bis Wochen. Außerdem stellt sich nicht das dortige Problem, daß die Bürstenelektroden bei der Berührung der zu metallisierenden Oberflächen verschleifen und dadurch Abriebpartikel das Behandlungsbad verunreinigen.

Da die gegenseitig zueinander gepolten Elektroden einer Elektrodenanordnung derart gegeneinander abgeschirmt werden, daß im wesentlichen kein elektrischer Strom direkt zwischen diesen Elektroden fließen kann, wird die Effizienz des Verfahrens gegenüber bekannten Verfahren und Vorrichtungen um ein Vielfaches gesteigert, da die Stromausbeute sehr viel größer ist.

Vorteilhaft ist auch die Option, daß sehr hohe Ströme problemlos auf das zu behandelnde Material übertragen werden können, ohne daß die elektrisch leitfähigen Oberflächenstrukturen auf dem Material erhitzt und beschädigt oder gar zerstört werden, da keine Kontaktmittel erforderlich sind. Durch die wirkungsvolle Kühlung des zu beschichtenden Materials durch die umgebende Behandlungsflüssigkeit kann die spezifische Strombelastung in der zu behandelnden Metallschicht sehr hoch eingestellt werden, beispielsweise auf bis zu 100 A/mm<sup>2</sup>.

Das Verfahren und die Vorrichtung können zur Durchführung von beliebigen elektrolytischen Prozessen eingesetzt werden: Galvanisieren, Ätzen, Oxidieren, Reduzieren, Reinigen, elektrolytische Unterstützung an sich nicht elektrolytischer Prozesse, beispielsweise zum Starten eines stromlosen Metallisierungsprozesses. Beispielsweise können an den Oberflächen des Materials auch Gase erzeugt werden, nämlich Wasserstoff in einer kathodischen Reaktion und/oder Sauerstoff in einer anodischen Reaktion. Es ist auch möglich, daß diese Einzelprozesse zusammen mit anderen Verfahren, beispielsweise Metallisierungsprozessen oder anderen elektrochemischen Prozessen, gleichzeitig ablaufen.

Anwendungsgebiete des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der Vorrichtung sind unter anderem:

- das Abscheiden dünner Metallschichten;
- das Übertragen von Oberflächenschichten aus Metall innerhalb einer Platte oder Folie von einem Opferbereich zu einem anderen Bereich, beispielsweise um Oberflächenschichten mit dem Metall zu verstärken, das von dem Opferbereich gewonnen wird;
- das Abdünnen durch Ätzen, beispielsweise der Ab-

trag einer Schicht von mehreren µm von den Oberflächen des Materials;

- das Pulsätzen;
- das Abscheiden von Metall mit Pulsstrom;
- das elektrolytische Oxidieren und Reduzieren von metallischen Oberflächen;
- das elektrolytische Reinigen durch anodische oder kathodische Reaktion (beispielsweise unter elektrolytischer Bildung von Wasserstoff oder Sauerstoff);
- das elektrolytische Entgraten von mit Strukturen versehenen gelochten Folien;
- das Ätzeinigen mit elektrolytischer Unterstützung;

sowie weiterer Prozesse, bei denen eine elektrolytische Unterstützung vorteilhaft ist.

Besonders gut einsetzbar sind das Verfahren und die Vorrichtung zur Abscheidung dünner Metallschichten, beispielsweise von bis zu 5 µm dicken Schichten.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens können unter anderem die folgenden Randbedingungen eingestellt werden:

- die Art des Werkstoffes, aus dem die Grundleitschicht des zu behandelnden Materials gebildet ist;
- die Art des Beschichtungsmetalls;
- die Art und die Parameter des elektrolytischen Prozesses, beispielsweise die Stromdichte;
- die Zusammensetzung der Behandlungsflüssigkeit;
- die Geometrie der Vorrichtung, beispielsweise die Breite der Elektrodenräume in Transportrichtung.

Durch eine optimale Wahl von Kombinationen der vorgenannten Parameter kann die elektrolytische Behandlung gesteuert werden. Beispielsweise kann durch Wahl eines bestimmten Metallabscheidungsades bewirkt werden, daß das bereits abgeschiedene Metall nicht wieder abgeätzt wird, da der Metallaufhebungsprozess in diesem Fall gehemmt ist. Gleichfalls kann durch geeignete Wahl eines Ätzbades erreicht werden, daß die Metallabscheidung in diesem Bad gehemmt wird.

Um das Verfahren zum Ätzen von Metalloberflächen auf dem Material durchzuführen, wird das Material zuerst an mindestens einer anodisch gepolten und danach an mindestens einer kathodisch gepolten Elektrode vorbeigeführt.

Das Verfahren und die Vorrichtung können zur Metallisierung eingesetzt werden. Hierzu wird das Material zuerst an mindestens einer kathodisch gepolten und danach an mindestens einer anodisch gepolten Elektrode vorbeigeführt. Zum elektrolytischen Metallisieren wird vorzugsweise Material mit Strukturen eingesetzt, die mit einer beim elektrolytischen Metallisieren unlöslichen Oberfläche versehen sind. Beispielsweise können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der Vorrichtung Endsichten aus Metall auf Leiterfolien, beispielsweise eine Zinnschicht auf Kupfer, gebildet werden.

Eine weitere Anwendung des Verfahrens und der Vorrichtung besteht darin, Leiterfolienmaterial nach dem Bohren durch elektrolytisches Ätzen zu entgraten. Für die Entgratung von Leiterplatten werden bis heute Vorrichtungen eingesetzt, die auf mechanischen Verfahren beruhen, beispielsweise rotierende Bürsten, mit denen der Grat entfernt wird. Derartige mechanische Verfahren sind für Folienmaterialien überhaupt nicht einsetzbar, da die Folienmaterialien durch die mechanische Behandlung zerstört werden würden.

Das Prinzip des erfindungsgemäßen Verfahrens und der Vorrichtung wird nachfolgend an Hand von

Fig. 1 schematische Darstellung der erfindungsgemäßen

Vorrichtung; und

Fig. 2 schematische Darstellung des Prinzips des erfindungsgemäßen Verfahrens erläutert.

In Fig. 1 ist ein Badbehälter 2 in einer Behandlungsanlage 1 gezeigt, der bis zum Niveau Ni mit einer geeigneten Behandlungsflüssigkeit Fl gefüllt ist. Elektrisch isolierendes Folienmaterial Fo mit elektrisch gegeneinander isolierten, elektrisch leitfähigen Strukturen 4 wird mit geeigneten Transportmitteln 3, wie beispielsweise Rollen oder Walzen, in horizontaler Richtung Ri' oder Ri'' durch die Behandlungsflüssigkeit Fl hindurchgeführt. Im Badbehälter 2 befinden sich ferner zwei Elektroden 6, 7, die mit einer Strom-/Spannungsquelle 8 verbunden sind. Die Elektrode 6 ist kathodisch gepolt, die Elektrode 7 anodisch. Zwischen den beiden Elektroden 6, 7 ist eine Isolierwand 9 (beispielsweise aus Kunststoff) angeordnet, die die beiden Elektroden quer zur Transportrichtung elektrisch gegeneinander abschirmt. Diese Wand 9 wird vorzugsweise so dicht an die Folie Fo herangeführt, daß sie sie während des Passierens berührt oder zumindest an sie heranreicht.

Während die Folie Fo an den Elektroden 6, 7 vorbeibewegt wird, werden die Strukturen 4\* polarisiert, und zwar in den Bereichen 4\*a anodisch, die der kathodisch gepolten Elektrode 6 gegenüberliegen, und in den Bereichen 4\*k kathodisch, die der anodischen Elektrode 7 gegenüberliegen.

Wird die Folie Fo beispielsweise in der Richtung Ri' an den Elektroden 6, 7 vorbeigeführt, so werden die Strukturen 4 geätzt: In diesem Fall wird der linke Bereich 4\*a der Struktur 4\* in der in Fig. 1 gezeigten Position anodisch gepolt, so daß Metall von der Leiterzugstruktur abgeätzt wird. Der rechte Bereich 4\*k dieser Struktur 4\* ist dagegen zur anodisch gepolten Elektrode 7 hin ausgerichtet und daher negativ gepolt. Wenn die Behandlungsflüssigkeit Fl keine weiteren elektrochemisch aktiven Redoxpaare enthält, wird in diesem Bereich 4\*k Wasserstoff entwickelt. In der Summe wird also Metall von den Strukturen 4 abgelöst. Dieser Vorgang läuft bei einer einzelnen Struktur 4 solange ab, wie sich diese Struktur gleichzeitig in den Wirkbereichen der beiden entgegengesetzt gepolten Elektroden 6 und 7 befindet.

Falls die Folie Fo metallisiert werden soll, muß sie in Richtung Ri'' transportiert werden. In diesem Fall wird ein Metallisierungsbad als Behandlungsflüssigkeit Fl eingesetzt. Zuerst treten die jeweils rechten Kanten der Strukturen 4 in den Bereich der kathodisch gepolten Elektrode 6 und danach in den Bereich der anodisch gepolten Elektrode 7 ein. Der rechte Teil 4\*k der Struktur 4\* liegt in der in Fig. 1 gezeigten Position der anodisch gepolten Elektrode 7 gegenüber und wird daher kathodisch gepolt. Dagegen liegt der linke Teil 4\*a der Struktur 4\* der kathodisch gepolten Elektrode 6 gegenüber, so daß dieser Teil anodisch gepolt wird. Ist beispielsweise eine Leiterzugstruktur, die aus Kupfer als Grundleitschicht besteht, mit Zinn aus einem Zinnionen enthaltenden Verzinnsbad Fl zu behandeln, so wird am linken Teil 4\*a der Struktur 4\* lediglich Sauerstoff entwickelt. Am rechten Teil 4\*k wird dagegen Zinn abgeschieden. In der Summe scheidet sich daher Zinn auf den Kupferstrukturen ab.

In Fig. 2 ist grundsätzlich dieselbe Anordnung, wie in Fig. 1 beschrieben, mit einem Badbehälter 2 mit Elektrolytflüssigkeit Fl gezeigt. Das Niveau der Flüssigkeit Fl ist mit Ni bezeichnet. Zusätzlich zu Fig. 1 wird hier die Wirkung des elektrischen Feldes der Elektroden 6 und 7 auf die Folie Fo schematisch wiedergegeben. Zwischen den Elektroden 6 und 7 befindet sich eine Isolierwand 9. Die Bereiche 4\*a und 4\*k der metallischen Strukturen sind elektrisch miteinander verbunden. Am Bereich 4\*a, der der kathodisch gepolten Elektrode 6 gegenüberliegt, entsteht ein positiveres Potential, so daß dieser Bereich anodisch gepolt ist. Am Bereich

4\*k entsteht durch die gegenüberliegende, anodisch gepolte Elektrode 7 ein negatives Potential, so daß dieser Bereich kathodisch gepolt wird. In der gezeigten Anordnung wird die Struktur 4\*k metallisiert, wenn die Elektrolytflüssigkeit Fl ein Metallisierungsbad ist. Gleichzeitig findet an der anodisch gepolten Struktur 4\*a ein anodischer Prozess statt. Falls die Elektrolytflüssigkeit Fl ein Verzinnsbad ist und die Strukturen 4 aus Kupfer bestehen, wird Kupfer nicht aufgelöst. Statt dessen wird am Bereich 4\*a Sauerstoff entwickelt.

Als Elektroden können beim elektrolytischen Prozess sowohl lösliche als auch unlösliche Elektroden eingesetzt werden. Lösliche Elektroden werden üblicherweise in Metallisierungsverfahren eingesetzt, um das bei der Metallisierung verbrauchte Metall in der Metallisierungslösung durch Auflösung wieder nachzubilden. Daher werden Elektroden aus dem Metall verwendet, das abgeschieden werden soll. Unlösliche Elektroden sind in der Behandlungsflüssigkeit auch bei Stromfluß inert. Beispielsweise können Blei-, platierte Titan-, mit Iridiumoxid beschichtete Titan- oder Edelmetallelektroden eingesetzt werden.

Werden das Verfahren und die Vorrichtung zum elektrolytischen Metallisieren eingesetzt, so wird ein Metallion enthaltendes Metallisierungsbad eingesetzt. Bei Verwendung von löslichen, anodisch gepolten Elektroden werden die Metallionen durch Auflösung dieser Elektroden nachgeliefert. Werden dagegen unlösliche Elektroden eingesetzt, so müssen die Metallionen entweder durch separate Zugabe von geeigneten Chemikalien ergänzt werden, oder es wird beispielsweise die in WO 95/8251 A1 beschriebene Vorrichtung eingesetzt, bei der Metallteile durch im Metallisierungsbad enthaltene zusätzliche Ionen eines Redoxpaares aufgelöst werden. In den Kupferbädern ist in diesem Fall ein  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ - oder ein anderes Redoxpaar enthalten.

In einer weiteren Verfahrens- und Vorrichtungsvariante können die Elektroden einer Elektrodenanordnung derart angeordnet werden, daß sie nur auf eine Seite des Materials ausgerichtet sind. Um in diesem Falle einen direkten Stromfluß zwischen den beiden Elektroden zu vermeiden, ist es vorteilhaft, zwischen den Elektroden mindestens eine Isolierwand (etwa aus einer 50 µm dicken Polyimidfolie) anzuordnen, die sehr dicht an das Material herangeführt wird. Die Isolierwände sind vorzugsweise derart angeordnet, daß sie das Material beim Transport durch das Elektrolysebad berühren oder daß sie zumindest unmittelbar an die Oberflächen des Materials heranreichen. Dadurch wird eine besonders gute Abschirmung der anodischen Elektrode von der kathodischen Elektrode erreicht.

Zwischen den einzelnen Elektrodenanordnungen können außerdem weitere Isolierwände vorgesehen sein, um einen direkten Stromfluß zwischen den Elektroden weiterer hintereinander angeordneter Elektrodenanordnungen zu vermeiden.

Wird das Material nicht in die Behandlungsflüssigkeit eingetaucht, sondern mittels geeigneter Düsen mit der Flüssigkeit in Kontakt gebracht, kann dann auf die Isolierwände ganz verzichtet werden, wenn die Flüssigkeitsbereiche, die mit den einzelnen Elektroden in Kontakt stehen, nicht miteinander in Kontakt kommen.

In einer alternativen Verfahrens- und Vorrichtungsvariante können die Elektroden einer Elektrodenanordnung auch derart angeordnet sein, daß sie auf unterschiedliche Seiten des Materials ausgerichtet sind. In diesem Fall wirkt das Material selbst als Isolierwand zwischen den Elektroden, so daß auf die Verwendung von Isolierwänden zwischen den Elektroden einer Elektrodenanordnung verzichtet werden kann, wenn die Elektroden nicht über das Material hinausragen. Diese Verfahrens- und Vorrichtungsvariante

kann dann angewendet werden, wenn die elektrisch leitfähigen Bereiche auf den beiden Seiten des Materials elektrisch miteinander verbunden sind. Diese Anordnung ist beispielsweise für die Behandlung von durchkontaktierten, einseitig funktionellen Leiterfolien geeignet. Dadurch daß beispielsweise Material mit einer ganzflächigen elektrisch leitfähigen Schicht auf der der Funktionsseite gegenüberliegenden Seite verwendet wird, kann die kathodisch gepolte Elektrode dieser leitfähigen Schicht gegenüber angeordnet werden und die anodisch gepolte Elektrode der Funktionsseite, um Metall auf den Leiterstrukturen der Funktionsseite abzuschneiden. Gleichzeitig wird Metall von der gegenüberliegenden leitfähigen Schicht abgelöst.

Eine Elektrodenanordnung kann sich senkrecht oder schräg zu der Richtung, in der das Material in der Behandlungsanlage transportiert wird, vorzugsweise über die gesamte Behandlungsbreite der Ebene erstrecken, in der die Transportbahn für das Material verläuft. Die in Transportrichtung gesehene räumliche Ausdehnung der Elektrodenanordnungen wirkt sich in entscheidender Weise auf die Dauer der elektrolytischen Behandlung aus. Für große Strukturen auf dem Material können lange Elektrodenanordnungen eingesetzt werden. Bei der Behandlung von sehr feinen Strukturen müssen dagegen sehr kurze Elektrodenanordnungen eingesetzt werden.

Unter Bezugnahme auf Fig. 1 kann dies näher erklärt werden: Wird das Material 4 von links nach rechts bewegt (Transportrichtung  $R_i$ ; Fall: Galvanisierung), wird die vorlaufende rechte Kante einer Struktur 4\* länger galvanisiert als die nachlaufenden Bereiche der Struktur. Dadurch wird eine ungleichmäßige Schichtdicke erhalten. Die maximale Dicke der Schicht hängt im wesentlichen von der Länge der Elektrodenanordnung in Transportrichtung  $R_i$ ,  $R_i'$ , ferner von der Transportgeschwindigkeit, der Stromdichte und den Abmessungen der Strukturen 4 in Transportrichtung  $R_i$ ,  $R_i'$  ab. In Transportrichtung  $R_i$ ,  $R_i'$  lange Elektrodenanordnungen und zugleich lange Strukturen 4 führen, absolut gemessen, zu großen Schichtdickenunterschieden bei großer Anfangsschichtdicke. Mit geringerer Länge der Elektrodenanordnungen in Transportrichtung  $R_i$ ,  $R_i'$  werden die Schichtdickenunterschiede geringer. Gleichzeitig nimmt die Behandlungszeit ab. Die Dimensionierung der Elektrodenanordnungen ist daher dem Bedarf anzupassen. Bei feinsten Leiterzugstrukturen, beispielsweise 0,1 mm großen Pads oder 50  $\mu$ m breiten Leiterzügen, soll die Länge der Elektrodenanordnungen im unteren Millimeter-Bereich liegen.

Um die Verfahrenswirkung zu vervielfachen, können mindestens zwei Elektrodenanordnungen in einer Behandlungsanlage vorgesehen werden, an denen das Material nacheinander vorbeigeführt wird. Die Elektroden dieser Elektrodenanordnungen können langgestreckt ausgebildet und im wesentlichen parallel zur Transportebene angeordnet sein. Die Elektroden können sowohl im wesentlichen senkrecht zur Transportrichtung ausgerichtet sein oder einen Winkel  $\alpha \neq 90^\circ$  mit der Transportrichtung bilden. Sie erstrecken sich vorzugsweise über die gesamte Breite der vom Material eingenommenen Transportebene.

Mit einer Anordnung, bei der die Elektroden einen Winkel  $\alpha \neq 90^\circ$  mit der Transportrichtung bilden, wird erreicht, daß sowohl parallel zur Transportrichtung als auch senkrecht dazu ausgerichtete elektrisch isolierte Metallstrukturen der gewünschten elektrolytischen Reaktion länger ausgesetzt werden, als wenn  $\alpha \approx 90^\circ$ . Wäre der Winkel  $\alpha \approx 90^\circ$ , so würden in Transportrichtung ausgerichtete Leiterzüge bei gegebener Transportgeschwindigkeit und gegebener Elektrodenlänge ausreichend lange elektrolytisch behandelt, während senkrecht dazu ausgerichtete Leiterzüge nur kurzzeitig in der Elektrodenanordnung behandelt wür-

den. Dies liegt daran, daß eine elektrolytische Behandlung nur solange möglich ist, wie die Struktur gleichzeitig der anodisch gepolten und der kathodisch gepolten Elektrode einer Elektrodenanordnung gegenüberliegt. Bei Strukturen, die parallel zur Elektrodenanordnung und damit zu den Elektroden ausgerichtet sind, ist diese Kontaktzeit kurz. Umgekehrtes gilt für den Fall, daß die Elektrodenanordnungen parallel zur Transportrichtung ausgerichtet sind ( $\alpha \approx 0^\circ$ ).

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann auch mehrere Elektrodenanordnungen mit langgestreckt ausgebildeten Elektroden aufweisen, wobei die Elektroden unterschiedlicher Elektrodenanordnungen unterschiedliche Winkel mit der Transportrichtung bilden. Insbesondere ist eine Anordnung von mindestens zwei langgestreckten Elektrodenanordnungen vorteilhaft, wobei der Winkel zwischen den Elektrodenanordnungen und der Transportrichtung des Materials in der Behandlungsanlage  $\alpha \neq 90^\circ$  ist und die Elektrodenanordnungen etwa senkrecht zueinander angeordnet sind. Vorzugsweise ist  $\alpha_1 \approx 45^\circ$  (erste Elektrodenanordnung) und  $\alpha_2 = 135^\circ$  (zweite Elektrodenanordnung).

In einer besonders bevorzugten Verfahrensweise werden die Elektroden im wesentlichen parallel zur Transportebene oszillierend bewegt.

Ferner können auch mehrere parallel zueinander angeordnete, benachbarte Elektrodenanordnungen mit langgestreckt ausgebildeten Elektroden und jeweils dazwischen angeordneten Isolierwänden vorgesehen sein und benachbarte Elektroden jeweils von einer separaten Strom-/Spannungsquelle gespeist werden. In diesem Falle wird dann, wenn beispielsweise eine Metallisierungslösung eingesetzt wird, zuerst Metall auf den isolierten Strukturen des Materials abgeschieden. Da sich die während des Transportes voranlaufenden Bereiche der Strukturen länger im Metallisierungsbereich befinden als die nachlaufenden Strukturen, ist die Metallschichtdicke auf ersteren größer. Passiert das Material dann die zweite Elektrodenanordnung, bestehend aus der zweiten Elektrode in der ersten Anordnung oder einer dritten Elektrode und einer weiteren gegensinnig gepolten Elektrode in der zweiten Anordnung, so wird viel Metall von den voranlaufenden Bereichen des Materials wieder abgelöst und auf den nachlaufenden Strukturen mehr Metall abgeschieden als abgelöst. Somit ergibt sich in der Summe bei der Behandlung in den zwei Elektrodenanordnungen eine Vergleichmäßigung der Metallschichtdicke auf den Strukturen.

Um mit dieser Anordnung eine besonders gleichmäßige Metallschichtdicke zu erreichen, kann die Stromdichte an den der ersten Elektrodenanordnung gegenüberliegenden Strukturen auf einen Wert eingestellt werden, der etwa doppelt so groß ist wie die Stromdichte an den der zweiten Elektrodenanordnung gegenüberliegenden Strukturen.

In einer weiteren bevorzugten Verfahrensweise können die Elektrodenanordnungen ferner von Isolierwänden umgeben werden. Falls mehrere benachbarte Elektrodenanordnungen eingesetzt werden, werden diese Isolierwände zwischen den Elektrodenanordnungen angeordnet. Durch diese die Elektrodenanordnungen umgebenden Isolierwände und die zwischen den Elektroden angeordneten Isolierwände werden zur Transportebene hin gerichtete Öffnungen gebildet.

Diese Öffnungen können je nach den gestellten Anforderungen unterschiedlich große Weiten aufweisen. Beispielsweise weisen diese Öffnungen in Transportrichtung gesehen jeweils eine derartige Weite auf, daß die den kathodisch gepolten Elektroden zugeordneten Öffnungen kleiner sind als die den anodisch gepolten Elektroden zugeordneten Öffnungen, wenn das Verfahren zum Abschneiden von Metall auf

dem Material angewendet wird, oder daß die den kathodisch gepolten Elektroden zugeordneten Öffnungen größer sind als die den anodisch gepolten Elektroden zugeordneten Öffnungen, wenn das Verfahren zum Ätzen von Metalloberflächen auf dem Material angewendet wird.

Mit dieser Ausführungsform wird erreicht, daß die Stromdichte an den den kathodisch gepolten Elektroden gegenüberliegenden Bereichen auf den zu behandelnden Materialstücken verschieden ist von der Stromdichte an den den anodisch gepolten Elektroden gegenüberliegenden Bereichen. Durch diese Unterschiede können unterschiedlich große Potentiale an diesen Bereichen eingestellt werden, um bestimmte Elektrolyseprozesse zu begünstigen und andere zurückzudrängen. Damit ist es beispielsweise möglich, die Abscheidung von Metall gegenüber der konkurrierenden Auflösung des Metalls zu beschleunigen, um auf diese Weise auch Metalle in größerer Dicke auf dem Material abzuschcheiden. Indem in dem genannten Falle die Stromdichte und damit das Potential an dem der kathodisch gepolten Elektrode gegenüberliegenden Bereich auf dem Material erhöht wird, läuft dort als konkurrierende Reaktion die Wasserzersetzung (Sauerstoffentwicklung) ab. Dadurch wird weniger Metall aufgelöst als an den zu den anodisch gepolten Elektroden korrespondierenden Materialoberflächen Metall abgeschieden wird. Umgekehrtes gilt natürlich für die Anwendung, bei der Metall geätzt wird.

Um Metallabscheidung auf den kathodisch gepolten Elektroden zu verhindern, können diese mit ionensensitiven Membranen abgeschirmt werden, so daß Elektrolyträume gebildet werden, die die kathodisch gepolten Elektroden umgeben. Falls keine ionensensitiven Membranen eingesetzt werden, muß auf den kathodisch gepolten Elektroden abgeschiedenes Metall im Tages- oder Wochenrhythmus wieder entfernt werden. Hierzu kann beispielsweise eine kathodisch gepolte Flächenelektrode zur Entmetallisierung dieser Elektroden angeordnet werden, wobei die metallisierten Elektroden in diesem Falle anodisch gepolt werden. Diese Entmetallisierungselektroden können in Produktionspausen anstelle des zu behandelnden Materials in die Elektrodenanordnung eingebracht werden. Sehr einfach ist auch ein zyklischer Tausch mit externer Entmetallisierung der kathodisch gepolten Elektroden.

Zur Behandlung des Materials kann es ferner vorteilhaft sein, die an die Elektroden der Elektrodenanordnungen angelegte elektrische Spannung derart zu modulieren, daß eine unipolare oder bipolare Strompulsfolge an den Elektroden fließt.

Die nachfolgenden Figuren dienen zur weiteren Erläuterung der Erfindung. Es zeigen im einzelnen:

**Fig. 3** eine schematische Darstellung des Aufbaus einer Elektrodenanordnung;

**Fig. 4** den Schichtdickenverlauf einer Struktur nach Behandlung in der Vorrichtung nach **Fig. 3**;

**Fig. 5** eine schematische Darstellung von zwei Elektroden einer Elektrodenanordnung;

**Fig. 6** eine schematische Darstellung von mehreren Elektroden, die unterschiedlichen Elektrodenanordnungen angehören;

**Fig. 7** eine spezielle Anordnung von mehreren Elektrodenanordnungen entlang des Transportweges für das Material in einer Durchlaufanlage;

**Fig. 8a** einen Schnitt durch eine Durchlaufanlage;

**Fig. 8b** eine Draufsicht auf eine Durchlaufanlage;

**Fig. 9** einen seitlichen Schnitt durch eine Durchlaufanlage, bei der das Material in einer horizontalen Transportebene transportiert wird;

**Fig. 10** eine Draufsicht auf eine Folie mit Kupferstrukturen und Projektion der Elektroden von mehreren Elektro-

denanordnungen;

**Fig. 11** eine weitere spezielle Anordnung von mehreren Elektrodenanordnungen entlang des Transportweges für das Material in einer Durchlaufanlage;

**Fig. 12** eine schematische Darstellung einer Reel-to-reel-Anlage zur elektrolytischen Behandlung von Folienmaterial.

Eine Elektrodenanordnung gemäß den **Fig. 1** und **2** eignet sich hervorragend zur Behandlung von großen Metallstrukturen. Die Länge der Elektroden in Transportrichtung bestimmt zusammen mit der Transportgeschwindigkeit die Dauer der elektrolytischen Behandlung mit einer Elektrodenanordnung. Bei großen zu behandelnden Strukturen wird eine große Elektrodenlänge in Transportrichtung gewählt, zumindest soweit dies die prozeßbestimmende Elektrode betrifft.

Wird durch geeignete Prozeßparameter dafür gesorgt, daß durch die Behandlung an der zweiten Elektrode einer Elektrodenanordnung der an der ersten Elektrode zunächst erzielte Behandlungseffekt nicht oder zumindest nicht in wesentlichem Umfange wieder rückgängig gemacht wird, so können mehrere erfindungsgemäße Elektrodenanordnungen in Transportrichtung hintereinander angeordnet werden, d. h. eine Folie wird nacheinander an mehreren Elektrodenanordnungen vorbeigeführt. Die jeweiligen Behandlungsergebnisse, die mit den einzelnen Elektrodenanordnungen erreicht werden, summieren sich. Die Länge der Elektrodenanordnungen in Transportrichtung muß an die Größe der zu behandelnden Strukturen angepaßt werden. Bei der Behandlung kleiner Strukturen muß diese Länge auch klein gewählt werden. Die Anzahl der Elektrodenanordnungen muß bei einem geforderten Behandlungsergebnis entsprechend größer gewählt werden. Voraussetzung ist stets, daß das Behandlungsergebnis durch die jeweils nachfolgende Elektrode einer Elektrodenanordnung nicht wieder rückgängig gemacht wird. Beispielsweise soll eine bereits aufgebrachte Metallschicht beim Passieren einer nachfolgenden kathodisch gepolten Elektrode nicht wieder entfernt werden.

Bei sehr kleinen zu behandelnden Strukturen tritt die Behandlung der Randbereiche von zu behandelnden Strukturen, die zuerst bzw. zuletzt an den Elektroden vorbeigeführt werden, in den Vordergrund. Allerdings sollen auch diese Randbereiche möglichst gleichmäßig elektrolytisch behandelt werden. Hierzu wird die Möglichkeit, in der Elektrodenanordnung elektrochemisch "gegenläufige" Reaktionen (beispielsweise metallisieren, entmetallisieren) gezielt einstellen zu können, vorteilhaft eingesetzt. Anhand von **Fig. 3** wird das sehr gleichmäßige elektrolytische Behandeln auch kleinster Strukturen (Breite 0,1 mm) beschrieben.

In **Fig. 3** ist eine Anordnung mit zwei Elektrodenanordnungen wiedergegeben, die jeweils anodisch und kathodisch gepolte Elektroden **6'**, **7'**, **6''**, **7''** aufweisen. Eine Folie **Fo** mit den Strukturen **4**, beispielsweise Leiterzugstrukturen aus Kupfer, wird in Transportrichtung **Ri** durch eine hier nicht dargestellte Elektrolytflüssigkeit hindurchgeführt. Als Elektrolytflüssigkeit wird in diesem Beispiel ein Verzinnungsbad eingesetzt.

Die kathodisch gepolten Elektroden **6'**, **6''** sind durch ionensensitive Diaphragmen **5** von dem umgebenden Elektrolytraum abgeschirmt. Dadurch wird die Abscheidung von Zinn auf den Elektroden **6'**, **6''** aus der Elektrolytflüssigkeit verhindert. Zwischen den Elektroden **6'** und **7'** bzw. **6''** und **7''** befinden sich jeweils Isolierwände **9'** bzw. **9''**. Zwischen den beiden Elektrodenanordnungen ist eine Isolierwand **17** angeordnet. Die Diaphragmen **5** können auch entfallen.

In diesem Falle sind die kathodisch gepolten Elektroden **6'**, **6''** von Zeit zu Zeit zu entmetallisieren.

In der ersten Elektrodenanordnung, in der sich die Elek-



troden 6' und 7' befinden, werden die Strukturen 4 metallisiert. Dadurch, daß die Strukturen 4 von links nach rechts an der Elektrodenanordnung vorbeigeführt werden, wird der rechte Rand der Strukturen 4 der elektrolytischen Reaktion länger ausgesetzt als der linke Rand, so daß die abgeschiedene Metallmenge und damit die Metallschichtdicke größer ist als am linken Rand. Um dieses Ungleichgewicht zumindest teilweise auszugleichen, wird die Folie Fo nach dem Durchlaufen der ersten Elektrodenanordnung an der zweiten Elektrodenanordnung vorbeigeführt. In dieser Anordnung ist die Reihenfolge der kathodisch gepolten Elektrode 6" und der anodisch gepolten Elektrode 7" gegenüber der Polarität der Elektroden 6' und 7' in der ersten Elektrodenanordnung vertauscht, so daß jeweils der linke Rand der Strukturen 4 der elektrochemischen (Galvanisier)-Wirkung der Elektrode 7" länger ausgesetzt ist als der jeweilige rechte Rand. Der rechte Rand der Strukturen 4 wird beim Passieren der kathodisch gepolten Elektrode 6" anodisch gepolt und damit der anodischen Reaktion länger ausgesetzt als der linke Rand der Strukturen 4, so daß in diesem Falle Metall bevorzugt am rechten Rand wieder abgelöst wird. Im Ergebnis wird eine weitgehend gleichmäßig dicke Zinnschicht abgeschieden.

Dieses Ergebnis läßt sich mit Hilfe des Diagramms in Fig. 4 nachvollziehen, in dem die erhaltene Metallschichtdicke  $d$  als Funktion der Längenausdehnung  $a$  der zu beschichtenden Struktur 4 wiedergegeben ist. Dieses Diagramm wurde unter der Randbedingung erstellt, daß der Strom in der zweiten Elektrodenanordnung halb so groß ist wie in der ersten Elektrodenanordnung und daß die Stromausbeute der elektrochemischen Reaktionen (Metallauflösung, Metallabscheidung) nahe 100% ist.

Die nach Durchlauf der Strukturen durch die erste Elektrodenanordnung meßbare Schichtdickenverteilung ist mit der Kurve I bezeichnet. Am linken Rand der Strukturen ( $a = 0$ ) ist praktisch kein Metall abgeschieden worden, während am rechten Rand ( $a = A$ ) die Schichtdicke  $D$  erreicht ist. Beim Passieren der zweiten Elektrodenanordnung finden zwei Prozesse statt: Am linken Rand wird praktisch nur Metall abgeschieden (Teilprozess, dargestellt durch Kurve II). Daher wird in diesem Bereich die Schichtdicke  $0/2$  erreicht. Weiterhin wird am rechten Rand praktisch nur Metall abgelöst (Teilprozess, dargestellt durch Kurve III). Daher verringert sich die Schichtdicke an dieser Stelle von ursprünglich  $d = D$  auf  $d = D/2$ . Die dazwischen liegenden Bereiche auf der Struktur weisen ebenfalls im wesentlichen eine Schichtdicke von  $d = D/2$  auf. Die resultierende Schichtdickenverteilung ist in Kurve IV angegeben.

Durch Optimierung des Behandlungsbades kann die Metallisierung noch verbessert werden: Indem ein Bad zur Metallabscheidung verwendet wird, das eine Metallauflösung nicht zuläßt, kann insgesamt eine größere Metallschichtdicke erreicht werden. In diesem Falle müssen die Ströme der ersten und der zweiten Elektrodenanordnung gleich groß sein. Die in Fig. 4 gezeigte Kurve III fällt in diesem Falle mit der Abszisse zusammen, da kein Metall aufgelöst wird. Daher wird eine Dicke  $D$  der Schicht erhalten, die über die gesamte Oberfläche der Metallstrukturen konstant ist (Kurve IV').

Eine weitere Vereinfachung der Anordnung gemäß Fig. 3 wird dadurch erreicht, daß die mittleren Bereiche mit den Elektroden 7', 7" (in Fig. 3) zusammengefaßt werden zu einem Bereich mit einer Elektrode. Auch in diesem Falle werden zwei Strom-/Spannungsquellen zur Stromversorgung der Elektroden benötigt, mit denen die unterschiedlichen Ströme an die beiden Teil-Elektrodenanordnungen, bestehend aus der Elektrode 6' und der Elektrode 7', 7" einerseits und aus der Elektrode 7', 7" und der Elektrode 6" anderer-

seits, erzeugt werden können. Die Trennwand 17 entfällt in diesem Falle. Der mechanische Aufbau der Elektrodenanordnungen ist in diesem Falle besonders einfach.

In Fig. 5 ist der schematische Aufbau einer Elektrodenanordnung in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wiedergegeben. Die Folie Fo mit den Strukturen 4 ist unterhalb der Elektrodenanordnung dargestellt (die an der Unterseite der Folie Fo liegenden Strukturen 4 werden von einer zweiten Elektrodenanordnung an der Unterseite der Folie elektrolytisch behandelt). Die Folie Fo wird in der Transportrichtung  $R_i$  geführt. Die Elektrodenanordnung besteht aus den Elektroden 6 (kathodisch) und 7 (anodisch). Zwischen den Elektroden 6 und 7 befindet sich eine Isolierwand 9, die in diesem Falle auf der Folie Fo aufliegt und eine wirkungsvolle elektrische Abschirmung der Feldlinien, die von den Elektroden 6 und 7 ausgehen, bewirkt. Die Elektroden 6 und 7 sind vom Kathodenraum 10 und Anodenraum 11 umgeben, in dem sich die Elektrolytflüssigkeit Fl befindet. Die beiden Räume 10 und 11 öffnen sich zur Transportebene, in der die Folie Fo geführt wird. Durch zwei kleine Öffnungen  $12_k$  und  $12_a$ , die durch die seitlichen Isolierwände 13, 14 und die Isolierwand 9 zwischen den Elektroden 6 und 7 gebildet werden, wird eine Fokussierung der Wirkung der Elektroden auf einen kleinen Bereich der Folie Fo erreicht. Dies ist vorteilhaft, da dadurch die elektrolytische Behandlung der kleinen Strukturen 4 vergleichmäßig wird. Im Gegensatz dazu ist die elektrolytische Behandlung von kleinen Strukturen bei Wahl großer Öffnungen  $12_a$ ,  $12_k$  ungleichmäßig.

Wie in Fig. 5 ebenfalls erkennbar, wird die Elektrolytflüssigkeit Fl von oben in die Elektrodenanordnungen gefördert (dargestellt durch die Pfeile  $S_r$ ). Durch die hohe Fließgeschwindigkeit kann die elektrochemische Reaktion beschleunigt werden.

In Fig. 6 ist eine weitere erfindungsgemäße Anordnung mit mehreren benachbarten Elektroden 6, 7', 7" gezeigt. Die Elektroden 6, 7, 7" sind mit den Strom-/Spannungsquellen 8', 8", beispielsweise Galvanogleichrichtern, verbunden. Zwischen den Elektroden befinden sich Isolierwände 9. Eine zu behandelnde Folie Fo wird in der Transportebene in Transportrichtung  $R_i$  bewegt. Die jeweiligen Elektrodenräume, die die Elektroden 6, 7 umgeben, weisen zur Transportebene ausgerichtete Öffnungen  $12_a$ ,  $12_k$  auf, die von den Isolierwänden 9 gebildet werden. Diese Öffnungen  $12_a$ ,  $12_k$  sind unterschiedlich groß. Dadurch stellen sich unterschiedlich große Stromdichten und damit auch unterschiedliche Potentiale an den den Öffnungen  $12_a$ ,  $12_k$  gegenüberliegenden Bereichen 4, 4\* auf der Folie Fo ein.

Für den Fall, daß eine mit metallischen Bereichen 4 versehene Folie Fo in einer Metallabschleiflösung behandelt wird, ergibt sich folgende Situation:

Dadurch, daß die Öffnung  $12_k$  an der kathodisch gepolten Elektrode 6 kleiner ist als die Öffnung  $12_a$  an der anodisch gepolten Elektrode 7, wird eine höhere Stromdichte und damit ein höheres Potential an den der kathodisch gepolten Elektrode 6 gegenüberliegenden Bereichen 4\*<sub>a</sub> eingestellt als an den den anodisch gepolten Elektroden 7', 7" gegenüberliegenden Bereichen 4\*<sub>k</sub> des behandelten Bereichs 4\*. Dadurch wird beim anodischen Teilprozess im Bereich der kathodisch gepolten Elektrode 6 zusätzlich zur Metallauflösung auch die konkurrierende Sauerstoffentwicklung stattfinden, so daß weniger Metall in diesem Bereich 4\*<sub>a</sub> abgelöst als im Bereich 4\*<sub>k</sub> Metall abgeschieden wird. In der Summe wird daher eine Metallschicht gebildet.

In Fig. 7 ist eine spezielle Anordnung von mehreren Elektrodenanordnungen 18 entlang der Transportbahn für das Material in einer Durchlaufanlage in Draufsicht wiedergegeben. Dabei sind die Elektroden 6', 6", 7, 7" in der Anord-



nung von Fig. 1 durch die durchgezogenen und die strichlierten Geraden schematisch dargestellt. Die Elektrodenanordnungen 18 sind in Transportrichtung Ri leicht schräg gestellt und erstrecken sich in entsprechender Länge in der elektrolytischen Anlage. Jede Elektrodenanordnung 18 dient nur zur Behandlung eines Teils der Oberfläche des zu behandelnden Materials. Damit wird die Behandlungszeit erheblich verlängert. Weist die elektrolytische Anlage beispielsweise eine Länge von 1,40 m und eine Breite von 0,20 m auf, so ergibt dies bei der dargestellten Anordnung mit vier Elektrodenanordnungen 18 eine Verlängerung der Behandlungszeit von  $1400 \text{ mm} \times 4/200 \text{ mm} = 28$ . Bei einer aktiven Länge einer Elektrodenanordnung 18 von 1 mm ergibt sich somit bei einer Transportgeschwindigkeit von beispielsweise 0,1 m/min eine Behandlungszeit von etwa 17 sec. Bei einer mittleren Abscheidungsstromdichte in Höhe von  $10 \text{ A/dm}^2$  beträgt die Schichtdicke von abgeschiedenem Kupfer etwa  $0,6 \mu\text{m}$ . Werden mehrere Elektroden zur Behandlung von Teilbereichen des Materials eingesetzt, so multipliziert sich die Schichtdicke mit der Anzahl der Elektrodenanordnungen.

In Fig. 8a ist eine Durchlaufanlage 1 im Schnitt dargestellt. Ein Folienband Fo wird in diesem Fall beispielsweise mit Walzen transportiert und senkrecht gehalten. Das Band Fo wird in einen Behälter 2 von der Seite eingeführt, der das Behandlungsbad, beispielsweise eine Metallisierungslösung Fl enthält. Diese Lösung wird über geeignete Rohrleitungen 20 kontinuierlich aus dem Behälter 2 mittels einer Pumpe 21 abgezogen und über einen Filter 22 geführt, bevor sie wieder in den Behälter zurückgeführt wird. Außerdem kann zur Verwirbelung der Lösung Fl im Behälter 2 Luft über eine Rohrleitung 23 eingeleitet werden.

In Fig. 8b ist die in Fig. 8a gezeigte Anlage 1 in Draufsicht wiedergegeben, wobei die Einbauten nur teilweise dargestellt sind. Das Folienband Fo wird in Transportrichtung Ri geführt. Innerhalb des Behälters 2 befindet sich die Behandlungsflüssigkeit Fl, in diesem Falle eine zum elektrolytischen Atzen geeignete Lösung. Das Band Fo wird über die Öffnung 24 und durch Abquetschwalzen 25 in den Behälter 2 eingeführt und zwischen Abquetschwalzen 26 und die Öffnung 27 hindurch aus dem Behälter wieder hinaus. Innerhalb des Behälters 2 wird das Band Fo mittels geeigneter Führungselemente 3 geführt, beispielsweise mit Rollen oder Walzen.

Im Behälter 2 befinden sich mehrere hintereinander und beidseits der Transportebene für das Band Fo angeordnete Elektrodenanordnungen, die jeweils aus kathodisch gepolten Elektroden 6', 6'', 6''', ... und anodisch gepolten Elektroden 7', 7'', 7''', ... gebildet sind. Zwischen den Elektroden befinden sich Isolierwände 9. Diese Isolierwände 9 weisen elastische Dichtfolien 16 auf, die eine vollständige Abschirmung der elektrischen Felder der einzelnen Elektrodenräume gegeneinander dadurch ermöglichen, daß sie beim Passieren des Bandes Fo die Materialoberflächen berühren. Die Elektroden 6', 6'', 6''', ..., 7', 7'', 7''', ... sind mit einem Galvanogleichrichter 8 verbunden, wobei die Verbindungen der in Fig. 8b rechts gezeigten Elektroden mit dem Gleichrichter nicht dargestellt sind. Jede Elektrodenanordnung kann auch von getrennten Gleichrichtern gespeist werden.

Indem das Band Fo beispielsweise zuerst an einer anodisch gepolten Elektrode vorbeigeführt wird und dann an einer kathodisch gepolten Elektrode, wird Metall elektrolytisch abgetragen.

In Fig. 9 ist eine Horizontalanlage für die elektrolytische Behandlung von Folienband Fo in seitlichem Schnitt dargestellt. Der Behälter 2 enthält die Behandlungsflüssigkeit Fl. Die zu behandelnde Folie Fo wird horizontal in der Behandlungsflüssigkeit Fl an den Elektrodenanordnungen vorbei in

Transportrichtung Ri geführt. Die Elektrodenanordnungen bestehen wiederum aus jeweils kathodisch gepolten Elektroden 6', 6'', 6''', ... und anodisch gepolten Elektroden 7', 7'', 7''', ... Die Elektrodenanordnungen sind beidseits der Transportebene, in der die Folie Fo geführt wird, angeordnet.

Zur Isolierung der Elektroden 6', 6'', 6''', ..., 7', 7'', 7''', ... gegeneinander werden im vorliegenden Fall Isolierwalzen 28 mit Dichtlippen verwendet. Anstelle der Isolierwalzen 28 können auch Isolierwände 9 mit Dichtfolien 16 eingesetzt werden.

Im rechten Teil von Fig. 9 ist eine alternative Ausführungsform und Anordnung der Elektroden 6'', 7''' relativ zu den Isolierwänden 9 und Dichtfolien 16 dargestellt.

In Fig. 10 ist eine Draufsicht auf eine Folie Fo gezeigt, die Metall-Opferbereiche 29 und mit Metallstrukturen versehene Bereiche 30 aufweist (Strukturen nicht gezeigt), die elektrisch miteinander verbunden sind. Diese Folie Fo kann beispielsweise in einer Horizontalanlage behandelt werden, indem es in die Behandlungsflüssigkeit eingetaucht und an den erfindungsgemäßen Elektrodenanordnungen vorbeigeführt wird. Die Elektroden 6, 7 der Elektrodenanordnungen sind hier in der Projektion auf die Folie Fo dargestellt. Die anodisch gepolten Elektroden 7 sind auf die strukturierten Bereiche 30 ausgerichtet und mit "⊕" bezeichnet und die kathodisch gepolten Elektroden 6 auf die aus Metall bestehenden Opferbereiche 29, wobei diese mit "⊖" bezeichnet sind. Zwischen den Elektroden 6 und 7 sind Isolierwände 9 angeordnet. Die Isolierwände 9 und die Elektroden 6, 7 sind in der Darstellung der Fig. 10 nur angedeutet, wobei es sich bei diesem Detail um eine Schnittdarstellung durch die Zeichenebene der Figur handelt.

Das Materialstück wird in einer der Transportrichtungen Ri' und Ri" geführt. Dabei werden die Opferbereiche 29 aus Metall fortwährend an den kathodisch gepolten Elektroden 6 vorbeigeführt und lösen sich daher auf. Die strukturierten Bereiche 30 werden dagegen metallisiert, da sie an den Elektroden 7 vorbeigeführt werden. Mit dieser Anordnung ist die Abscheidung eines Metalls möglich, das mit dem Metall identisch ist, aus dem die strukturierten Bereiche bestehen.

In Fig. 11 ist eine weitere bevorzugte erfindungsgemäße Vorrichtung schematisch dargestellt. Das Material wird in Transportrichtung Ri an den Elektrodenanordnungen vorbeigeführt, die jeweils aus langgestreckten Elektroden 6', 6'', 6''', ... und 7', 7'', 7''', ... bestehen. Die Elektrodenanordnungen mit den Elektroden bilden einen Winkel  $\alpha_1$  bzw. einen Winkel  $\alpha_2$  gegenüber der Transportrichtung Ri. Dadurch wird der Einfluß der Behandlungszeit von gegenüber der Transportrichtung Ri unterschiedlich ausgerichteten Strukturen ausgeglichen. Da bei Leiterfolien die Leiterzüge üblicherweise parallel oder senkrecht zu einer Seitenkante der Folien verlaufen und damit parallel oder senkrecht zur Transportrichtung Ri, wird durch die dargestellte Ausrichtung der Elektrodenanordnungen eine gleich lange Behandlungszeit für Leiterzüge beider Ausrichtungen erreicht, soweit diese dieselbe Länge aufweisen.

In Fig. 12 ist eine weitere Behandlungsanlage 1 schematisch dargestellt, mit der lange Folienbänder Fo elektrolytisch behandelt werden können. Derartige Anlagen 1 werden als Reel-to-reel-Anlagen bezeichnet.

Das Band Fo wird von einer ersten Rolle 15', die als Speicher für das Folienband Fo dient, abgewickelt, und auf eine zweite Rolle 15'' aufgewickelt, wenn das Band in der Transportrichtung Ri' durch die Anlage 1 transportiert wird. Wenn das Band Fo in der Transportrichtung Ri'' durch die Anlage 1 transportiert wird, dient die Rolle 15' zum Abwickeln des Bandes und die Rolle 15'' nach dem Spülen und Trocknen

des Bandes Fo zum Aufwickeln.

Die Behandlungsanlage 1 umfaßt ferner einen Behälter 2, in dem sich eine Behandlungsflüssigkeit Fl befindet. Das Band Fo wird nach Eintritt in den Behälter 2 über mehrere Rollenrollen 3 geführt, die keine elektrische Funktion aufweisen, und wird dabei an einer Vielzahl von Elektrodenanordnungen, jeweils bestehend aus einer kathodisch gepolten Elektrode 6 und einer anodisch gepolten Elektrode 7, vorbeigeführt. Die kathodisch gepolten Elektroden 6 sind mit "⊖" und die anodisch gepolten Elektroden 7 mit "⊕" bezeichnet. Im vorliegenden Fall sind die Elektrodenanordnungen nur an einer Oberfläche des Bandes Fo angeordnet. Falls beide Oberflächen des Bandes Fo behandelt werden sollen, müssen sich Elektrodenanordnungen auf beiden Seiten des isolierenden Bandes befinden.

In einem Detail in Fig. 12 ist ein Ausschnitt aus einer Elektrodenanordnung mit dem an dieser vorbeigeführten Band Fo gezeigt. Die kathodisch gepolte Elektrode 6 ist von der anodisch gepolten Elektrode 7 durch eine Isolierwand 9 getrennt.

#### Bezugszeichen

|  |    |
|--|----|
| 1 Behandlungsanlage  |    |
| 2 Badbehälter  | 25 |
| 3 Führungselement für das Folienmaterial Fo                      |    |
| 4 metallische Struktur auf dem Folienmaterial Fo                 |    |
| 4* behandelte metallische Struktur 4                             |    |
| 4* <sub>a</sub> ;anodisch behandelte metallische Struktur 4      |    |
| 4* <sub>k</sub> ;kathodisch behandelte metallische Struktur 4    | 30 |
| 5 Diaphragma   |    |
| 6, 6', 6'', 6''' kathodisch gepolte Elektroden                   |    |
| 7, 7', 7'', 7''' anodisch gepolte Elektroden                     |    |
| 8, 8', 8'' Strom-/Spannungsquellen                               |    |
| 9 Isolierwand  | 35 |
| 10 Kathodenraum  |    |
| 11 Anodenraum  |    |
| 12 Öffnung der Elektrodenanordnung zum Badbehälter               |    |
| 12 <sub>k</sub> Öffnung an der kathodisch gepolten Elektrode     |    |
| 12 <sub>a</sub> Öffnung an der anodisch gepolten Elektrode       | 40 |
| 13 isolierende Seitenwand der Elektrodenanordnung                |    |
| 14 isolierende Seitenwand der Elektrodenanordnung                |    |
| 15', 15'' Speicherrollen zum Auf-/Abwickeln von Folienbändern Fo |    |
| 16 Dichtfolie  | 45 |
| 17 Isolierwand zwischen zwei Elektrodenanordnungen               |    |
| 18 Elektrodenanordnung   |    |
| 20 Elektrolytleitung   |    |
| 21 Pumpe   |    |
| 22 Filter  | 50 |
| 23 Luftzuleitung   |    |
| 24 Einlauföffnung  |    |
| 25 Abquetschwalze  |    |
| 26 Abquetschwalze  |    |
| 27 Auslauföffnung  | 55 |
| 28 Isolierwalze  |    |
| 29 Opferbereich  |    |
| 30 strukturierter Bereich  |    |
| Fo Platten-/Folienmaterialstück                                  |    |
| Ri, Ri', Ri'' Transportrichtung                                  | 60 |
| Fl Behandlungsflüssigkeit  |    |
| Sr Strömungsrichtung der Behandlungsflüssigkeit Fl               |    |

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum elektrolytischen Behandeln von elektrisch gegeneinander isolierten, elektrisch leitfähigen Strukturen (4) auf Oberflächen von elektrisch iso-

lierendem Folienmaterial (Fo), bei dem das Folienmaterial (Fo)

- von einem Speicher (15', 15'') entladen wird;
- dann auf einer Transportbahn durch eine Behandlungsanlage (1) transportiert und dabei mit Behandlungsflüssigkeit (Fl) in Kontakt gebracht wird;
- während des Transportes an mindestens einer Elektrodenanordnung, jeweils bestehend aus mindestens einer kathodisch gepolten Elektrode (6) und mindestens einer anodisch gepolten Elektrode (7), vorbeigeführt wird, wobei die mindestens eine kathodisch gepolte Elektrode (6) und die mindestens eine anodisch gepolte Elektrode (7) mit der Behandlungsflüssigkeit (Fl) in Kontakt gebracht und mit einer Strom-/Spannungsquelle (8) verbunden werden, so daß ein Strom durch die Elektroden (6, 7) und die elektrisch leitfähigen Strukturen (4) fließt, und die Elektroden (6, 7) dabei derart gegeneinander abgeschirmt werden, daß im wesentlichen kein elektrischer Strom direkt zwischen gegensinnig gepolten Elektroden (6, 7) fließen kann; und
- schließlich wieder auf einen Speicher (15', 15'') geladen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (6, 7) einer Elektrodenanordnung derart angeordnet werden, daß sie auf eine Seite des Materials (Fo) ausgerichtet sind, und daß zwischen den Elektroden (6, 7) mindestens eine Isolierwand (9) angeordnet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Isolierwand (9) derart angeordnet wird, daß sie das Material (Fo) beim Transport durch die Behandlungsanlage (1) berührt oder daß sie zumindest unmittelbar an das Material (Fo) herankommt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (6, 7) einer Elektrodenanordnung derart angeordnet werden, daß sie auf unterschiedliche Seiten des Materials (Fo) ausgerichtet sind.

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Material (Fo) nacheinander an mindestens zwei Elektrodenanordnungen vorbeigeführt wird.

6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (6, 7) langgestreckt ausgebildet und im wesentlichen parallel zu einer Fläche angeordnet werden, in der das Material (Fo) transportiert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Elektroden (6, 7) etwa über die gesamte Breite des Materials (Fo) und im wesentlichen senkrecht zu der Richtung (Ri) erstrecken, in der das Material (Fo) transportiert wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (6, 7) einen Winkel  $\alpha \neq 90^\circ$  mit der Richtung (Ri) bilden, in der das Material (Fo) transportiert wird.

9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Material (Fo) an mindestens zwei Elektrodenanordnungen mit langgestreckt ausgebildeten Elektroden (6, 7) vorbeigeführt wird, wobei die Elektroden (6, 7) unterschiedlicher Elektrodenanordnungen unterschiedliche Winkel mit der Richtung (Ri) bilden, in der das Material (Fo) transportiert wird.

10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche

che, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (6, 7) im wesentlichen parallel zu der Fläche oszillierend bewegt werden, in der das Material (Fo) transportiert wird.

11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrodenanordnungen von Isolierwänden (13, 14) umgeben werden, zu den Oberflächen des Materials (Fo) ausgerichtete Öffnungen (12<sub>k</sub>, 12<sub>a</sub>) an den Elektrodenanordnungen durch die Isolierwände (13, 14) und zwischen den Elektroden (6, 7) angeordnete Isolierwände (9) gebildet werden und daß diese Öffnungen (12<sub>k</sub>, 12<sub>a</sub>) in Transportrichtung (Ri) gesehen jeweils eine derartige Weite aufweisen, daß die den kathodisch gepolten Elektroden (6) zugeordneten Öffnungen (12<sub>k</sub>) kleiner sind als die den anodisch gepolten Elektroden (7) zugeordneten Öffnungen (12<sub>a</sub>), wenn das Verfahren zum Abscheiden von Metall auf dem Material (Fo) angewendet wird, oder daß die den kathodisch gepolten Elektroden (6) zugeordneten Öffnungen (12<sub>k</sub>) größer sind als die den anodisch gepolten Elektroden (7) zugeordneten Öffnungen (12<sub>a</sub>), wenn das Verfahren zum Ätzen von Metalloberflächen (4) auf dem Material (Fo) angewendet wird.

12. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere parallel zueinander angeordnete, benachbarte Elektrodenanordnungen mit langgestreckt ausgebildeten Elektroden (6, 7) vorgesehen und zueinander benachbarte Elektroden (6, 7) mit jeweils einer Strom-/Spannungsquelle (8) verbunden werden.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromdichte an den der ersten Elektrodenanordnung gegenüberliegenden Strukturen (4) etwa doppelt so groß eingestellt wird wie die Stromdichte an den der zweiten Elektrodenanordnung gegenüberliegenden Strukturen (4).

14. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Elektrolyträume (10), die die kathodisch gepolten Elektroden (6) umgeben, von ionensensitiven Membranen (5) abgeschirmt werden.

15. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der elektrische Strom derart moduliert wird, daß eine unipolare oder bipolare Strompulsfolge durch die Elektroden (6, 7) und die Oberflächen (4) des Materials (Fo) fließt.

16. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 15 zum Abscheiden von Metall auf dem Folienmaterial (Fo), wobei das Material (Fo) zuerst an mindestens einer kathodisch gepolten (6) und danach an mindestens einer anodisch gepolten Elektrode (7) vorbeigeführt wird.

17. Anwendung nach Anspruch 16 zum Abscheiden von Zinn auf Kupferoberflächen (4) auf dem Material (Fo).

18. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 15 zum Ätzen von Metalloberflächen (4) auf dem Material (Fo), wobei das Material (Fo) zuerst an mindestens einer anodisch gepolten (7) und danach an mindestens einer kathodisch gepolten Elektrode (6) vorbeigeführt wird.

19. Vorrichtung zum elektrolytischen Behandeln von elektrisch gegeneinander isolierten, elektrisch leitfähigen Strukturen (4) auf Oberflächen von elektrisch isolierendem Folienmaterial (Fo), die folgende Merkmale aufweist:

a. je mindestens eine erste und zweite Einrichtung

(15', 15'') zum Speichern des Folienmaterials (Fo);

b. geeignete Transportorgane (3) für den Transport des Folienmaterials (Fo) auf einer Transportbahn durch eine Behandlungsanlage (1) von der mindestens einen ersten Speichereinrichtung (15', 15'') zu der mindestens einen zweiten Speichereinrichtung (15', 15'') für das Folienmaterial (Fo);

c. mindestens eine Einrichtung zum In-Kontakt-Bringen des Folienmaterials (Fo) mit einer Behandlungsflüssigkeit (Fl);

d. mindestens eine Elektrodenanordnung, jeweils bestehend aus mindestens einer kathodisch gepolten Elektrode (6) und mindestens einer anodisch gepolten Elektrode (7), wobei die mindestens eine kathodisch gepolte Elektrode (6) und die mindestens eine anodisch gepolte Elektrode (7) mit der Behandlungsflüssigkeit (Fl) in Kontakt bringbar sind; und

e. mindestens eine Strom-/Spannungsquelle (8), die mit den Elektrodenanordnungen verbunden ist, zur Erzeugung eines Stromflusses durch die Elektroden (6, 7) der Elektrodenanordnungen; wobei

f. die Elektroden (6, 7) derart gegeneinander abgeschirmt sind, daß im wesentlichen kein elektrischer Strom direkt zwischen gegensinnig gepolten Elektroden (6, 7) fließen kann.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die kathodisch gepolten Elektroden (6) und die anodisch gepolten Elektroden (7) einer Elektrodenanordnung auf unterschiedliche Seiten der Transportbahn ausgerichtet sind.

21. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die kathodisch gepolten Elektroden (6) und die anodisch gepolten Elektroden (7) einer Elektrodenanordnung auf eine Seite der Transportbahn ausgerichtet sind und mindestens eine Isolierwand (9) zwischen den Elektroden (6, 7) jeweils einer Elektrodenanordnung vorgesehen ist.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Isolierwand (9) derart angeordnet ist, daß sie das Material (Fo) während des Transportes durch die Behandlungsanlage (1) berührt oder daß sie zumindest unmittelbar an das Material (Fo) heranreicht.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (6, 7) langgestreckt ausgebildet und im wesentlichen parallel zu einer Fläche angeordnet sind, in der das Material (Fo) transportiert wird.

24. Vorrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Elektroden (6, 7) im wesentlichen senkrecht zu der Richtung (Ri) erstrecken, in der das Material (Fo) transportiert wird.

25. Vorrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (6, 7) einen Winkel  $\alpha \approx 90^\circ$  mit der Richtung (Ri) bilden, in der das Material (Fo) transportiert wird.

26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Elektrodenanordnungen mit langgestreckt ausgebildeten Elektroden (6, 7) vorgesehen sind, wobei die Elektroden (6, 7) unterschiedlicher Elektrodenanordnungen unterschiedliche Winkel mit der Richtung (Ri) bilden, in der das Material (Fo) transportiert wird.

27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die langgestreckten Elek-

troden (6, 7) derart ausgebildet sind, daß sie im wesentlichen parallel zu der Fläche oszillierend bewegbar sind, in der das Material (Fo) transportiert wird.

28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrodenanordnungen von Isolierwänden (13, 14) umgeben sind, zu der Fläche hin ausgerichtete Öffnungen (12<sub>k</sub>, 12<sub>a</sub>) an den Elektrodenanordnungen durch die Isolierwände (13, 14) und zwischen den Elektroden (6, 7) angeordnete Isolierwände (9) gebildet sind, in der das Material (Fo) transportiert wird, und daß diese Öffnungen (12<sub>k</sub>, 12<sub>a</sub>) in Transportrichtung (Ri) gesehen jeweils eine derartige Weite aufweisen, daß die den kathodisch gepolten Elektroden (6) zugeordneten Öffnungen (12<sub>k</sub>) kleiner sind als die den anodisch gepolten Elektroden (7) zugeordneten Öffnungen (12<sub>a</sub>), wenn die Vorrichtung zum Abscheiden von Metall auf dem Material (Fo) verwendet wird, oder daß die den kathodisch gepolten Elektroden (6) zugeordneten Öffnungen (12<sub>k</sub>) größer sind als die den anodisch gepolten Elektroden (7) zugeordneten Öffnungen (12<sub>a</sub>), wenn die Vorrichtung zum Ätzen von Metalloberflächen (4) des Materials (Fo) verwendet wird.

29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß Elektrolyträume (10), die die kathodisch gepolten Elektroden (6) umgeben, durch ionensensitive Membranen (5) abgeschirmt sind.

30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere parallel zueinander angeordnete, benachbarte Elektrodenanordnungen mit langgestreckt ausgebildeten Elektroden (6, 7) vorgesehen und zueinander benachbarte Elektroden (6, 7) mit jeweils einer separaten Strom-/Spannungsquelle (8) verbunden sind.

---

Hierzu 12 Seite(n) Zeichnungen

---

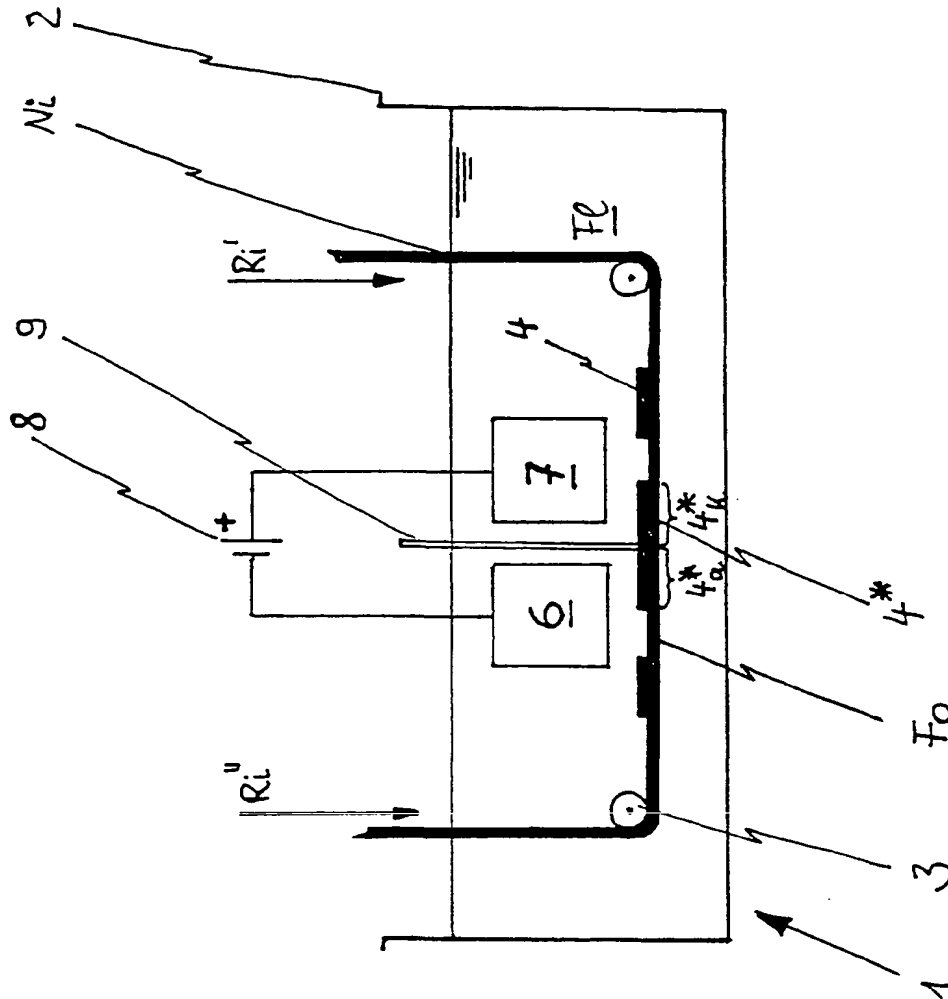


Fig. 1

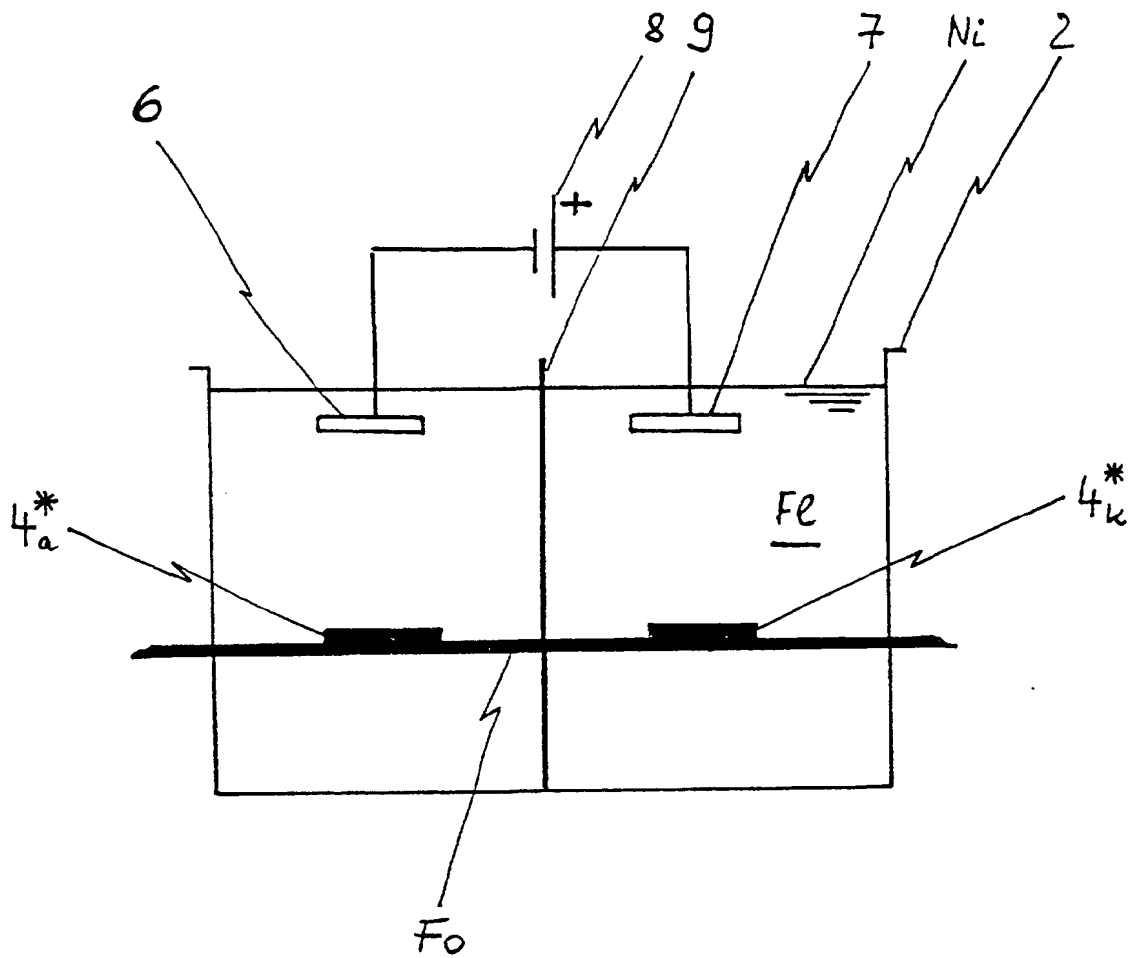


Fig. 2

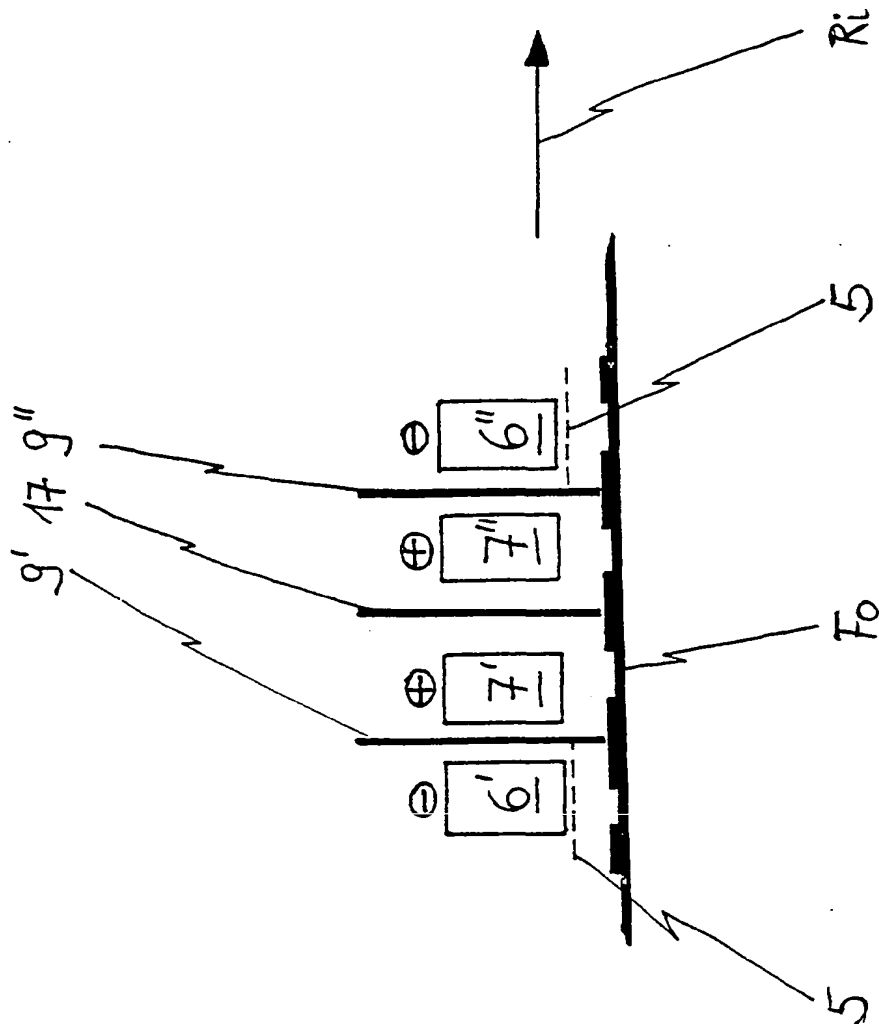


Fig. 3



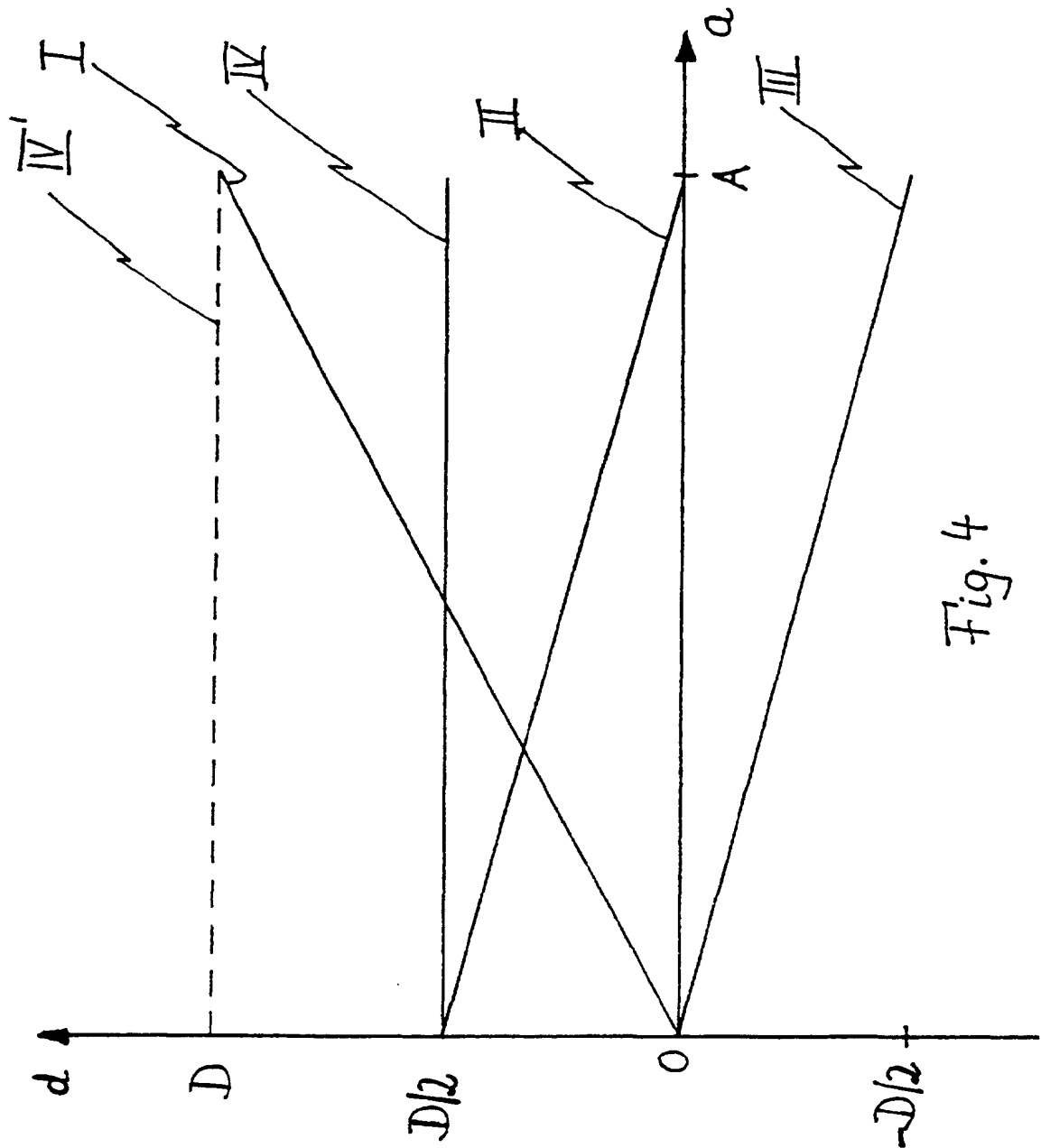
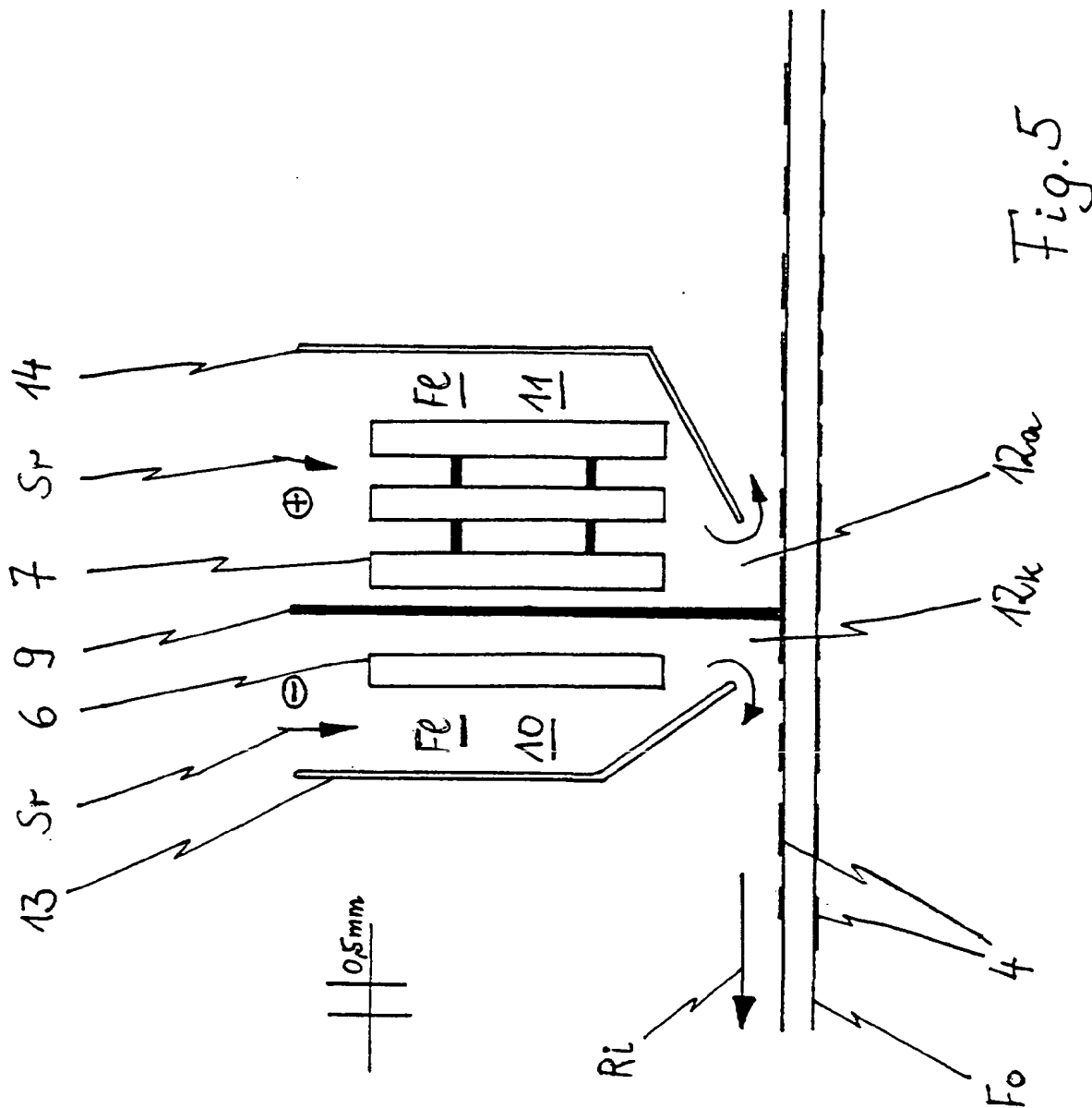


Fig. 4



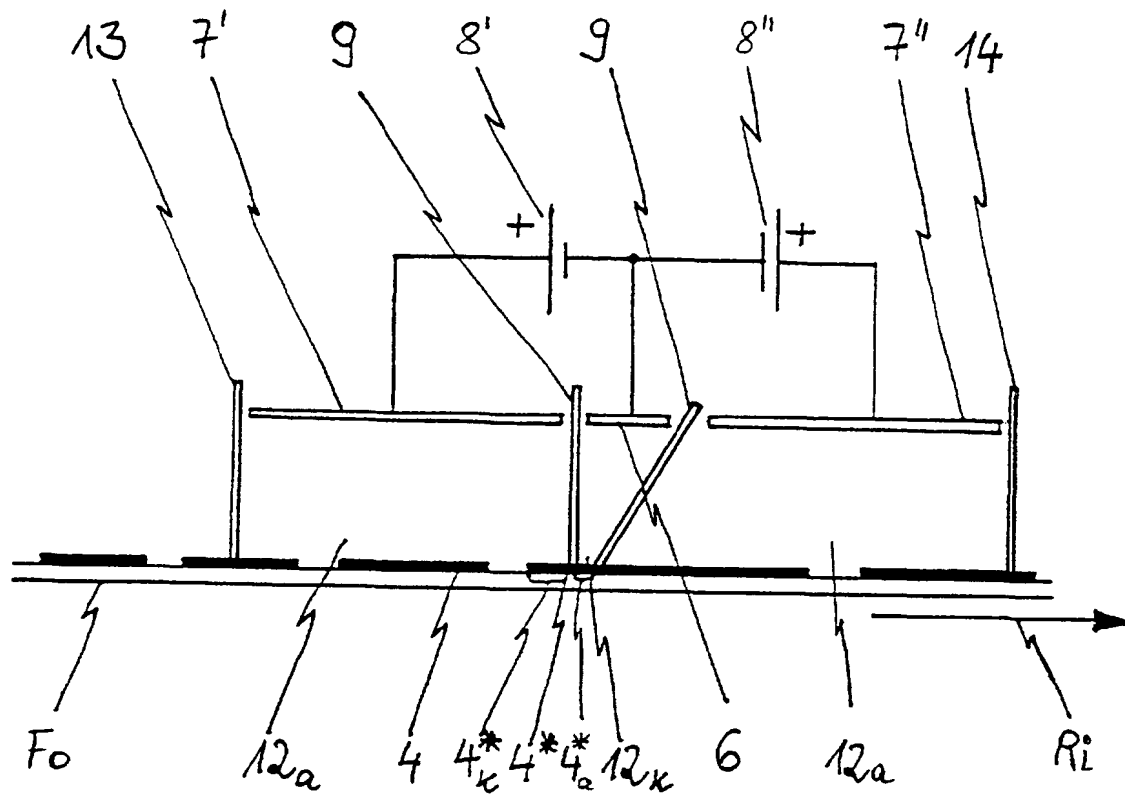


Fig. 6

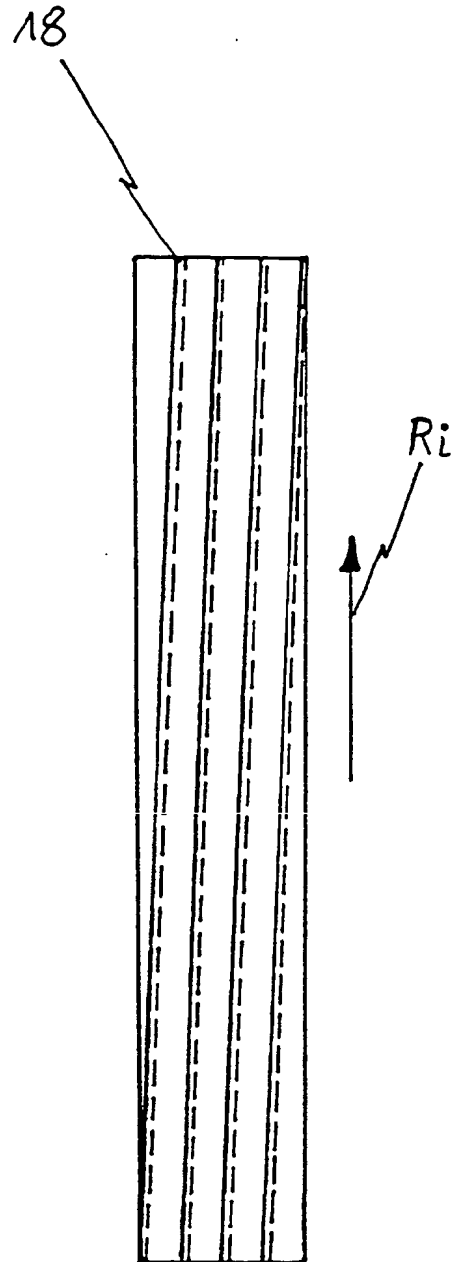
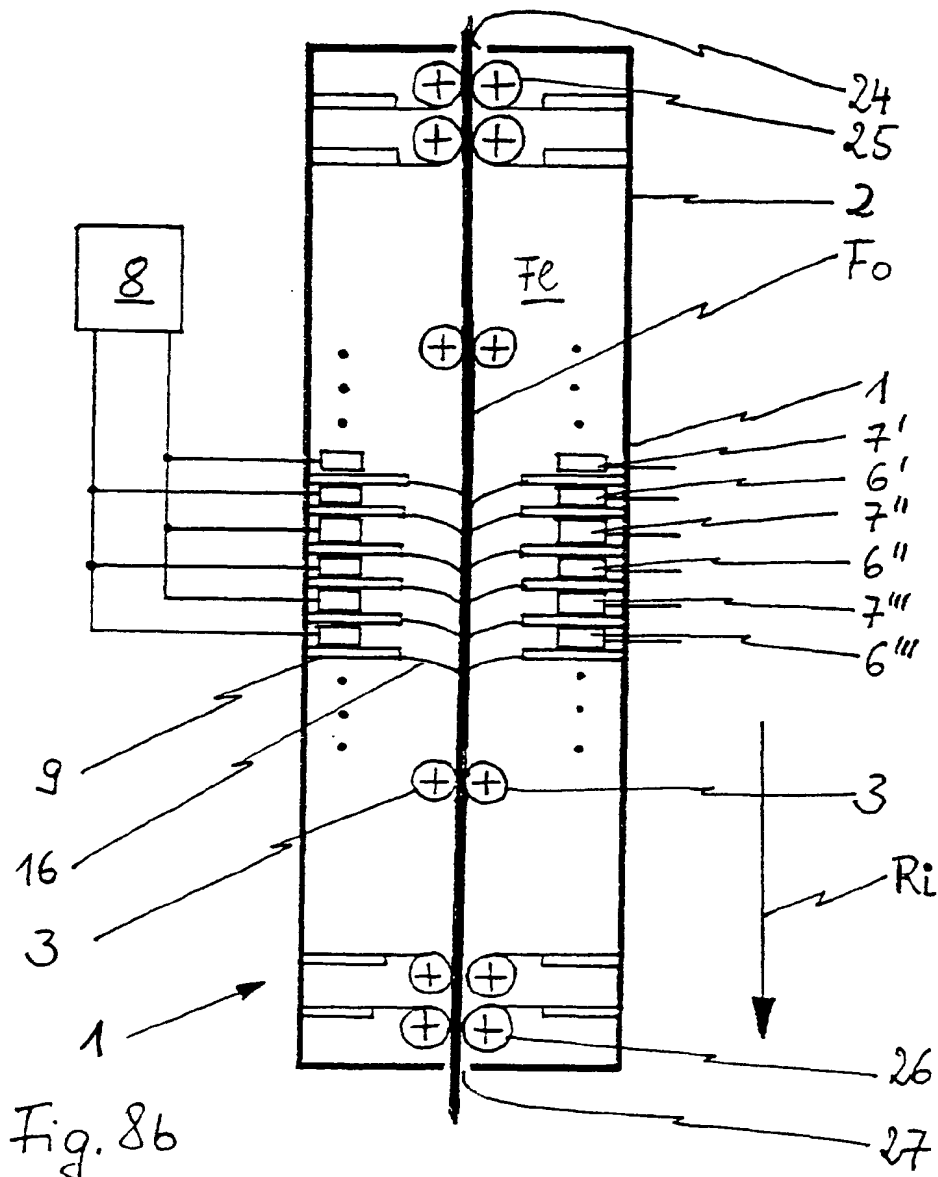
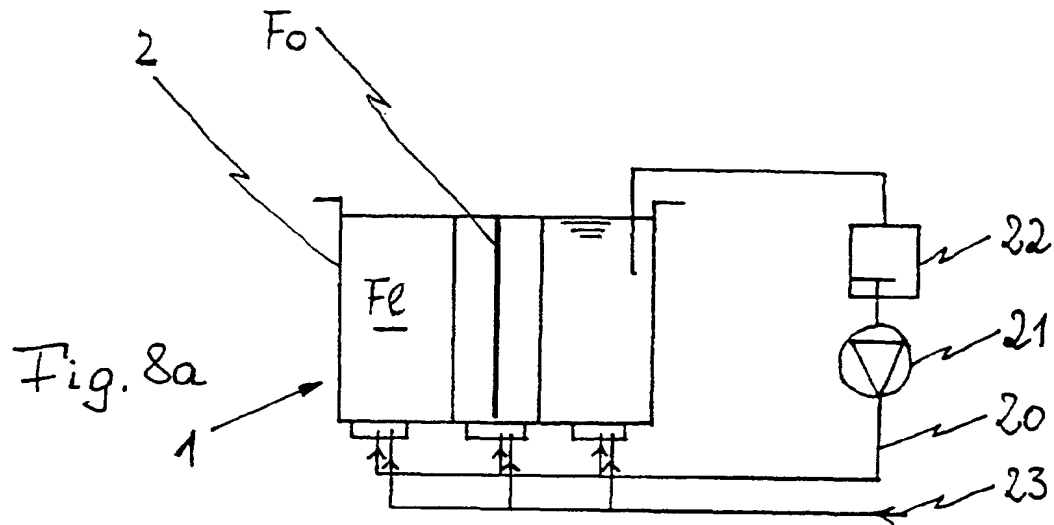


Fig. 7



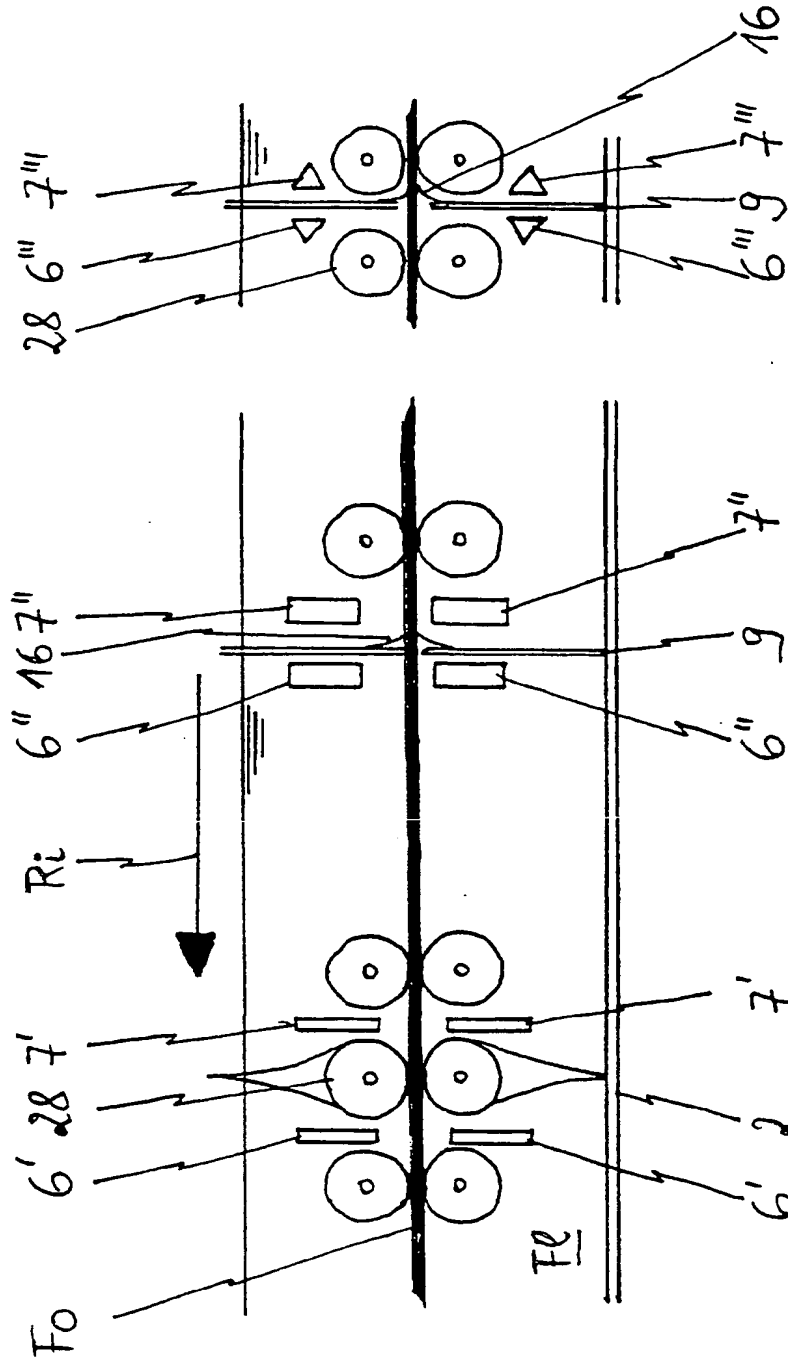
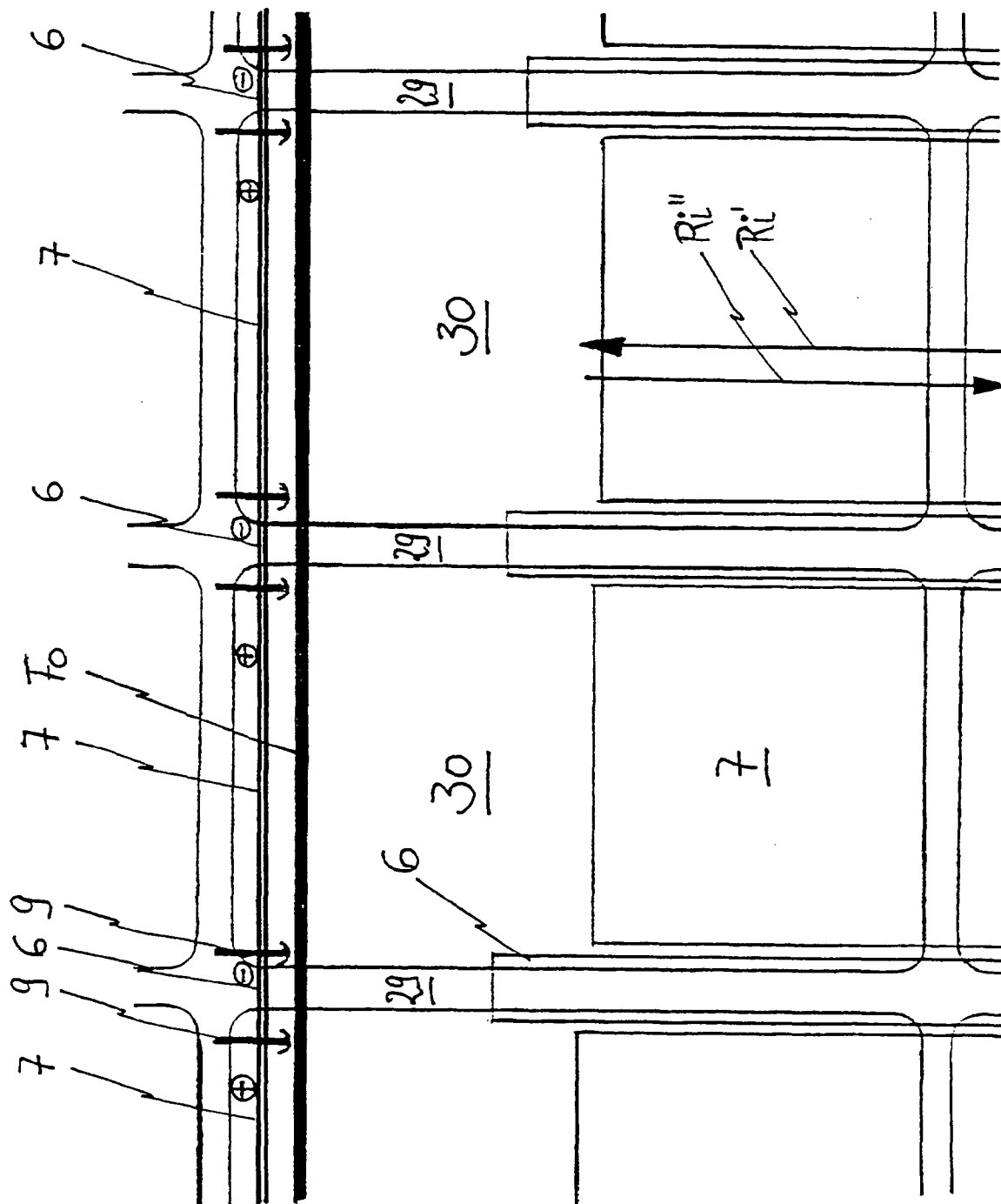


Fig. 9

Fig. 10





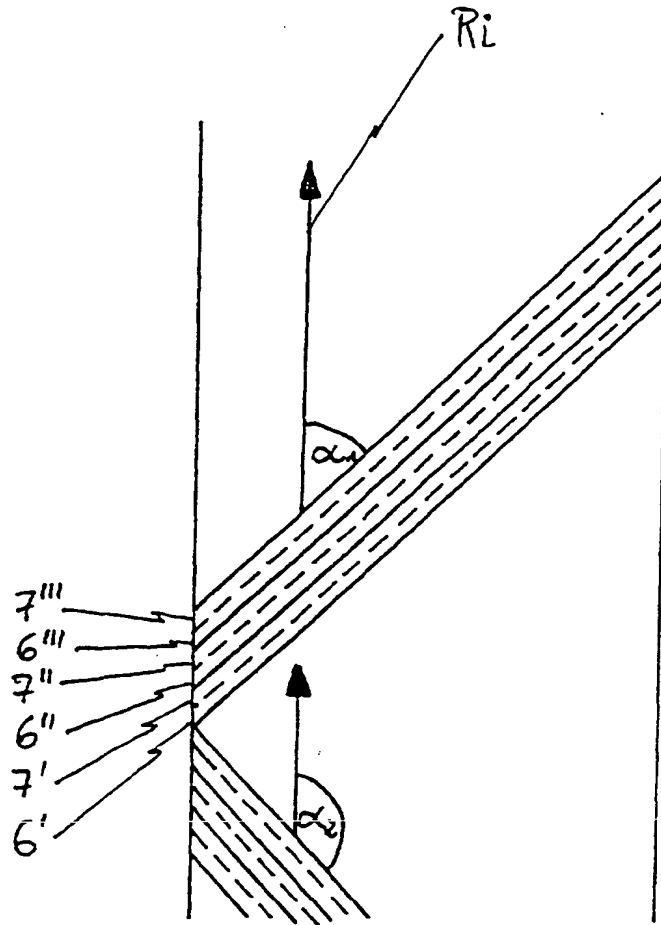


Fig. 11

